NUOVO

DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

XLI.

NUOVO

DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

E DELLA

ECONOMIA INDUSTRIALE E COMMERCIANTE

COMPILATO DAI SIGNORI

LENORMAND, PAYEN, MOLARD JEUNE, LAUGIER,
FRANCOEUR, ROBIQUET, DUFRESNOY, ECC., ECC.

Prima Traduzione Italiana

Fatta da una società di dotti e d'artisti, con l'aggiunta della spiegazione di tutte le voci proprie delle arti e dei mestieri italiani, di molte correzioni, scoperte ed invenzioni, estratte dalle migliori opere pubblicate recentemente su queste materie; con in fine un nuovo Vocabolario francese dei termini di arti e mestieri corrispondenti con la lingua italiana e coi principali dialetti d'Italia.

OPERA INTERESSANTE AD OGNI CLASSE DI PERSONE, CORREDATA DI UN COPIOSO NUMERO DI TAVOLE IN RAME DEI DIVERSI UTENSILI, APPARATI, STROMENTI, MACCHINE ED OFFICINE.

TOMO XLI.

VENEZIA
NELL'I. R. PRIVILEG. STABILIMENTO NAZIONALE
DI GIUSEPPE ANTONELLI
1847

SUPPLEMENTO

AL

NUOVO DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI

Compilato

dalle migliori opere di scienze e d'arti pubblicatesi negli ultimi tempi, e particolarmente da quelle di Berzelio, Dumas, Chevreul, Gay-Lussac, Hachette, Clement, Borgnis, Tredgold, Buchanam, Rees; dal Dizionario di Storia naturale, da quello dell' Industria, ecc., ecc., ed esteso a ciò che più particolarmente può riguardare l' Italia.

SUPPLEMENTO

AL

NUOVO DIZIONARIO UNIVERSALE

TECNOLOGICO

O DI ARTI E MESTIERI, ECC.

MOTOSO. Ripieno di mota.

(ALBERTI.)

MOTRICE *(Forza.)* V. FORZA e MOTORE.

MOTTA. Scoscendimento di terreno e la parte della terra scoscesa.

(ALBERTI.)

MOZZARE. Tagliare un tronco dividendo la parte interamente dal tutto.

Nell' agricoltura e nella coltivazione dei giardini e degli orti usasi mozzare, durante la loro vegetazione più forte, quei polloni, dei quali si vuole arrestare l'accrescimento in lunghezza, per far loro produrre getti laterali, per costringerli ad ingrossarsi, per aumentare la bellezza o la bontà delle loro frutta, per accelerare il momento della loro trasformazione in legno, o, finalmente, per ottenere una parte di questi effetti, od anche totti insieme.

Questa operazione ha risultamenti certissimi e vantaggiosissimi, quando è fatta con discrezione ed a proposito; disastrosa all' opposto diventa se venga intrapresa da mani inesperte.

Il principio, sopra il quale è fondato ogni mozzamento, si è quello che il succhio arrestato nel suo corso diretto, si accumula nei vasi ancora molli, da principio li gonfia, poi vi depone abbondantemente quelli fra' suoi principii, che devono renderli più o meno solidi, secondo la specie della pianta. Da ciò si vede non doversi mozzare troppo presto nè troppo tardi; e siccome il vero momento dipende da circostanze che cangiano in ciascun anno, in ciascun luogo, per ciascuna specie e per ciascuna età, così impossibile diventa indicarlo precisamente: toccando all' esperienza dell' operatore il saperlo scegliere opportunamente.

Quasi tutte le piante annue che si coltivano per le frutta nei giardini, ed altri luoghi, ove la terra è molto acconciata, o

naturalmente fertile, devono essere mozzate, tosto che la metà, o, per lo meno, il terzo dei loro fiori ha legato, per impedire loro di gettare steli troppo lunghi, e di estenuare così tutte le loro forze in pregiudizio delle frutta. Questo è il motivo per cui il giardiniere mozza i piselli, le fave, i poponi e simili.

Se uno o più rigoglii nascono sopra un albero fruttifero, e massime sopra un pesco, quegli rigoglii sono capaci d'attrarre tutto il succhio, e d'impedire il crescimento delle frutta, od anche di fare perire i rami laterali in tutto od in parte; mozzando a tempo, si arresta il loro impeto prima che abbiano recato danno. Se un ramo, senza essere rigoglio, si allunga più d'un altro, conviene mozzarlo per eguagliare le forze. Negli alberi a fiori, ed anche nelle piante annue, coltivate per lo stesso uggetto, alle quali conservare si voglia una forma regolare, o si brami di aumentare la copia dei fiori, si mozza egualmente l'estremità dei rami che sopravanzano troppo gli altri, od anche l'estremità diretta degli steli.

Per la stessa ragione si mozza nelle piantonaie l'estremità degli steli di quegli alberi, ai quali si vuole formare la testa ad una data altezza.

In quest'ultimo caso la potatura produrrebbe il medesimo effetto; ma lo ritarderebbe d'un anno, e questa circostanza sola dee far preferire il mozzamento.

Si dà il caso in cui si desidera di avere innesti per formare lo scudo ad occhio chiuso prima dell'epoca ordinaria, o di prevenire le conseguenze delle prime gelate sui getti pur anco teneri di certi alberi. Il mezzo più sicuro per supplire a questi due oggetti è quello di mozzare, quindici giorni innanzi, l'estremità dei rami di tali alberi; il progresso allora della loro vegetazione nel senso della lunghezza verrà arrestato, e gli alberi si consolideranno, si agosteranno, come dicono i giardinieri, quindici giorni più presto degli altri. Questa pratica è frequentemente usata nelle piantonaie d'alberi stranieri, 1.° perchè vi sono alberi dello stesso genere che si possono, cioè, innestare gli uni sopra gli altri, i quali entrano in succhio più tardi di quelli, sopra i quali si vuole innestarli; 2.° perchè molti alberi preziosi che furono seminati troppo tardi, perderebbero il loro stelo, se non fossero artifizialmente fortificati innanzi alle gelate.

(ALBERTI — BOSC.)

MOZZETTA. Veste solita ad usarsi dai vescovi ed altri prelati.

(ALBERTI.)

MOZZETTO. Piccolo pezzo di metallo, cera od altro.

(ALBERTI.)

MOZZICODA. Dicesi quell'animale cui sia stata mozzata la coda. All'articolo CAVALLO in questo Supplemento (T. IV, pag. 351) si disse in qual modo si pratichi siffatta operazione, e quali ne sieno pei cavalli i vantaggi e gli inconvenienti.

Tagliasi anche la coda generalmente, o per lo meno la punta della coda, ai cani ed ai gatti, ma è questa una conseguenza del pregiudizio, dell'ignoranza e dell'abitudine. Credesi in fatto nelle campagne avervi nella cima della coda un verme, il quale non levandulo penetrerebbe nel corpo dell'animale, e lo farebbe perire. Lasciando anche a parte i ragionamenti sostenuti dai fatti anatomici e fisiologici, dovrebbe bastare a convincere della erroneità di questa opinione l'esempio dei molti cani e gatti che si mantengono sempre sani al pari degli altri, quantunque non siensi assoggettati a simile operazione.

All'articolo PECORA vedremo mozzarsi pure la coda ai castrati a lana fina, e, come ivi diremo, con utile scopo.

(BOSC.)

MOZZICONE. Quel che rimane della cosa mozza, troncata o arsiccia.

(Alberti.)

MOZZO. La parte dove è il mozzamento.

(Alberti.)

Mozzo. Pezzo di argento, terra, pece, cera o simile materia spiccato dalla sua massa. (Alberti.)

Mozzo *della ruota*. Nel Dizionario venne indicato che cosa s' intenda per questa parola, come lavorinsi i mozzi, e quale sia il vantaggio di quei di metallo. Qui aggiungeremo alcune avvertenze intorno a tale proposito.

È utile che il mozzo sia piuttosto lungo, affinchè abbracciando buon tratto dell' asse impedisca il dimenamento alla ruota, e per la estensione della superficie concava di esso e del tratto corrispondente della superficie convessa dell' asse queste parti sieno meno soggette a logorarsi pel vicendevole attrito. Giova altresì che il diametro del mozzo sia piuttosto grande, scemandosi così la lunghezza delle razze ed aumentandosi la loro resistenza assoluta negativa, e quindi la sodezza della ruota. È pure cosa utile che il mozzo abbia un po' di giuoco sull' asse, affinchè le ruote, acquistando così la facoltà di scansarsi dall' una e dall' altra parte, si rendano meno sensibili le agitazioni del veicolo prodotte dalle irregolarità che si incontrano nel cammino.

All' articolo Ruota descriveremo una ingegnosissima disposizione imaginata nell' Inghilterra da Teodoro Jones per fare ruote interamente di ferro, e tuttavia leggere abbastanza per riuscire applicabili e qualsiasi vettura comune. In esse il mozzo ha due incavi anulari, ciascuno diviso in otto compartimenti nei quali entra la cima lavorata a vite delle razze che sono di ferro battuto, e che vi si fissano mediante un dado o madrevite. L' altra cima di queste razze è conica ed entra in fori della stessa forma praticati in un risalto che ha il cerchio all' interno. Forse questa maniera di costruire i mozzi e di assicurarvi le razze potrebbe applicarsi anche ad altre specie di ruote, e perciò abbiamo creduto utile di qui accennarla.

All' articolo Bronzina (T. III del Dizionario, pag. 82) si disse come siasi cercato di scemare l' attrito contro le sale col mezzo di rotoli, adattando cioè ai mozzi una specie di tribometro. Questa disposizione venne nuovamente proposta nella Inghilterra da Rowan che chiese per essa un privilegio esclusivo nel novembre 1843. La sua utilità in vero, allorquando sia adoperata a dovere, pare non possa venir posta in dubbio. È bensì vero nullameno non sempre essere uguale il vantaggio che può procurare. Nel caso, per esempio, delle ruote dei carri pel trasporto delle merci e passaggieri sulle strade comuni non sono di grande vantaggio, in quanto che l' attrito che producesi sulla sala e che tendono a diminuire non è che una piccola parte delle resistenze, in proporzione di quelle che hanno luogo al contatto della periferia delle ruote con la terra, e pei balzi prodotti dalle varie inugualianze del suolo. Quanto più la strada è piana ed uniforme il moto della vettura, maggiore si è il vantaggio dei rotoli di attrito: le migliori circostanze pel loro uso sono quelle quando la periferia della ruota gira solamente nell' aria, come nelle macchine stabili, dove le sole superficie solide che soffreghino insieme sono quelle dell' asse sui suoi cuscinetti. Di maggiore vantaggio riescono senza confronto per le vetture che camminano sopra le strade ferrate, dove le resistenze alla periferia ed i balzi vengono notabilmente diminuiti.

Faremo primieramente conoscere il modo come Rowan adatti i rotoli d' attrito ai mozzi della ruote, quindi riferiremo al-

cune esperienze fattesi con questi mozzi sulle strade ferrate.

La fig. 3 della Tav. XCIII delle *Arti meccaniche* rappresenta la applicazione di questi mozzi al carro di una vettura per le strade ferrate. A, sono le ruote costruite nel solito modo; B, è la sala, la quale può essere di qualsiasi delle forme volute. Questa sala è prolungata alla cima con un minor diametro, ed entra nella scatola a rotoli d'attrito, che vedesi separatamente in pianta ed in sezione nelle figure 4 e 5. Contiene questa scatola due anelli circolari *c* e *d*, congiunti longitudinalmente da sei spranghe *e*, ciascuna delle quali serve di asse ad uno dei sei rotoli di attrito D, i quali hanno un tal diametro da sporgere alquanto al di là degli anelli *c d*. La scatola coi suoi rotoli di attrito è stabilmente assicurata alla cima della sala, cosicchè tanto la sala che i rotoli possono girare liberamente. È fissata al suo posto in parte da una testa *f*, invitata alla cima della sala, e di tal diametro da coprire piccoli segmenti di ciascuno dei rotoli di attrito D, ed in parte da un anello esterno *g*, che entra in una impostatura praticata all' interno della cima della scatola F. E, (fig. 3) è una staffa di metallo assicurata alla intelaiatura del carro con una cassa o scatola F, nel centro della quale passa la cima della sala, ed in cui girano i rotoli di attrito a contatto con l'asse B e con l'interno della cassa F. Le cime dei rotoli di attrito sono di forma un po' conica, come si vede nella fig. 4, è di tal forma da corrispondere con la faccia interna dell' anello a vite *f*, e di quello esterno *g* da una parte, e dall'altra con la impostatura *a*, praticata nella sala da una parte, e con l'altra impostatura simile *b*, fatta nella cassa *f* dall'altra. G è una piastra esterna che cammina nella staffa E, e la quale quando è fissata copre e guarentisce l' interno della scatola, i rotoli e la sale. In una metà della fig. 4 vedesi questa piastra fissata al suo posto, e nell'altra si suppone levata.

Da esperimenti fatti sopra una strada di ferro ben eseguita ed a livello, risultò che con l' uso dei rotoli di attrito la resistenza poteva ridursi di $\frac{19}{202}$, cioè che si poteva avere lo stesso effetto con un solo diciannovesimo della forza impiegata. Fecersi queste esperienze con modelli di vetture e di strada nella scala di mezzo pollice per ogni piede, cioè di $\frac{1}{24}$. Il modello della vettura era un telaio con due sistemi di ruote e di scale attaccatevi, l' uno costruito nel solito modo e l' altro coi rotoli di attrito di Rowan che abbiamo descritti, avendo entrambi del resto le stesse dimensioni e lo stesso peso. Questi due sistemi erano collocati l' uno sopra l' altro, cosicchè dopo avere esperimentato con l' uno bastava capovolgere il carro per fare la prova col secondo. Il modello della strada essendosi ridotto perfettamente orizzontale con un livello a bolla, vi si collocò la vettura modello, dapprima sulle ruote ordinarie caricandola con varii pesi. Una corda attaccatavi, e che passava sopra una puleggia alla estremità della strada, era disposta in guisa da far conoscere con sicurezza il peso necessario a porre in moto il carretto. Questo trovossi di oncie 20 3/4. Essendosi ripetuto le esperienze con le ruote di Rowan, il carretto veniva mosso con la massima facilità da una sola oncia di peso. Quantunque si prevedesse non potersi attendere di verificare praticamente un così grande vantaggio su tutte le strade ferrate già costrutte, nullameno la differenza notata parve così grande da lasciare molta speranza che anche in grande rimanesse abbastanza importante.

Ciò indusse a fare prove sulla strada ferrata di Ulster, e rimase confermata la favorevole opinione che se ne aveva

formato, essendosi trovato un risparmio di forza nella proporzione di 54 a 84 o di 6 ad 1. Giovanni Godwing, ingegnere della società di quella strada, nel 17 luglio 1844 rende conto come segue, dei risultamenti ivi ottenuti, in una lettera diretta al Rowan. « Nessuno può darvi più di me esatto giudizio sulla economia ed efficacia dei mozzi pei quali aveste un privilegio, avendo io assistito sempre agli esperimenti fatti su questa strada ferrata. I vostri mozzi vennero adattati ad un carro da merci comune, il quale camminò su questa strada per 15 giorni senza ricevere alcun untume, ed esaminati dopo quel tempo le sale ed i cilindri, trovaronsi perfettamente netti ed in buon ordine. Erasi caricato il carro con più che a 4 tonnellate di rotaie di ferro, e percorsa un centinaio di miglia al giorno per sei giorni successivi con una velocità media di 30 miglia all'ora.

» Fecesi una serie di esperienza di confronto coi nuovi mozzi e coi vecchi, ciascun carro essendo sempre caricato di 4 tonnellate, e si giunse ai risultamenti seguenti.

» Quattordici libbre mossero il carro col mozzo privilegiato a 29 piedi dallo stato di quiete; e 21 libbre lo mossero a 34 piedi.

» Con un mozzo comune occorsero 84 libbre per muovere il carro a 27 piedi, e 112 libbre per muoverlo a 31 piedi.

» Questi sperimenti si fecero sulle stesse rotaie, ed in circostanze esattamente uguali.

» Dai risultamenti sopra accennati si vede chiaramente aversi notabile economia di forza dall'uso de' vostri mozzi, e non esito a dare una opinione favorevole su questa moltu ingegnosa ed importante invenzione. »

(Nicola Cavalieri San Bertolo — Rowan — Giovanni Godwin — G.**M.)

MOZZONE. Quella parte della frusta con cui si suole farla scoppiare, o, come dicesi, chioccare, pel che il mozzone chiamasi anche *chiocco*.

(Alberti.)

MUCAIARDO. V. Mocaiardo.

MUCATI. Sali che risultano dalla combinazione dell'acido mucico con le basi. Quelli di potassa e di soda somministrano cristalletti granulosi, pochissimo solubili nell'acqua fredda; ma l'acqua bollente discioglie un ottavo del suo peso del primo e un quinto del secondo. Tranne questi due sali e il mucato di litinio, tutti i mucati metallici sono sensibilmente insolubili nell'acqua, quando sono neutri; ma si disciolgono in un eccesso d'acido mucico, o almeno negli acidi energici che formare possono sali solubili con le loro basi. Sembra però che la solubilità dei mucati negli acidi possa offrire a norma della natura del sale grandissime variazioni. Però, secondo Scheele, l'acqua saturata d'acido mucico turba i nitrati di piombo, di mercurio, d'argento, al pari del cloruro di piombo, e non produce precipitato coi sali di magnesio o d'allumina, nè coi solfati di manganese, di ferro, di zinco e di rame.

Le acque di barite, di stronziana e di calce, decompongono le soluzioni dei mucati e s'impadroniscono del loro acido formando precipitati fioccosi. Gli acidi ne precipitano dell'acido mucico idratato.

I mucati si decompongono al fuoco dando i prodotti ordinari, e spandono un odore particolare analogo a quello sviluppato dai tartrati.

Mucato di piombo. Tutte le soluzioni neutre di piombo, commista con una soluzione d'acido mucico o d'un mucato, precipitano una polvere bianca insolubile nell'acqua, che è in un mucato di piombo. L'ammoniaca gli toglie una porzione dell'acidu, e lascia un sale basico

mocilagginoso che nel seccarsi attrae l' acido carbonico dell' aria.

Il mucato di piombo neutro è formato di 48,65 di acido mucico e 51,35 di ossido di piombo.

(Dumas.)

MUCCA. Nome che si dà in Toscana alle vacche di Lugano o di quella razza.

(Alberti.)

MUCCHERO. Voce proveniente dall' arabo, e vale un' acqua in cui sieusi infuse rose o viole.

(Alberti.)

MUCICO *(Acido)*. La scoperta n' è dovuta a Scheele. Ottiensi con l' azione dell' acido nitrico sopra un piccolo numero di sostanze, come la gomma adragante, la gomma di Bassora, la gomma arabica e lo zucchero di latte. Il suo nome ricorda la mucilaggine che confondevasi con la gomma; ma le mucilaggini non danno acido mucico. Fu pure detto acido saccaro-lattico, a cagione della facilità di produrlo col mezzo dello zucchero di latte.

Ecco il metodo da seguirsi per prepararlo. Si collocano una parte di zucchero di latte polverizzato e 4 a 5 parti d' acido nitrico diluito nella metà del suo peso di acqua, in un matraccio tubulato, il cui terzo di capacità almeno dee rimanersi vuoto. Si adatta al collo un recipiente tubulato per ricevere la porzione d' acido che distilla senza alterarsi, e si riscalda con prudenza. Accade uno sviluppo di gas nitroso e carbonico abbondantissimo: quando si rallenta si ferma il fuoco. L' acido mucico si depone segnatamente durante il raffreddamento. Per purificarlo si discioglie nella potassa, che mal discioglie lo zucchero di latte non decomposto. Si precipita finalmente l' acido mucico decomponendo il mucato di potassa con l' acido idroclorico: le acque di lavatura ritengono il zucchero.

Possono sostituirsi allo zucchero di latte tre parti di gomma arabica. Siccome contiene sali calcari e si produce una piccola quantità d' acido ossalico, l' acido mucico si precipita misto ad ossalato di calce, da cui la potassa lo separa.

L' acido mucico contiene 34,72 di carbonio 4,72 di idrogeno e 60,56 di ossigeno, riavvicinandosi molto pertanto nella sua composizione all' acido tartrico. La sua capacità di saturazione è di 7,57, vale a dire un ottavo della quantità dell' ossigeno che contiene. Prout, il quale prese ogni cura per ridurre l' acido mucico allo stato di purezza, lo trovò composto di 33,33 di carbonio, 44,44 di acqua e 22,22 di ossigeno.

L' acido mucico ha un sapore debolmente acido, alquanto analogo a quello del cremore di tartaro e scricchia sotto i denti. È bianco, polveroso, arrossa leggermente la tintura di tornasole, è pochissimo solubile nell' acqua fredda ed un po' più in quella bollente che ne discioglie $\frac{1}{60}$ del proprio peso. Allorchè la soluzione si raffredda precipitasi un quarto dell' acido in forma di polvere bianca, fina e cristallina: evaporando rapidamente fino a secchezza una soluzione saturata bollente di acido mucico diviene di un bruno giallastro e si ottiene una massa viscosa solubilissima nell' alcole e nell' acqua, di un sapore più acido dell' acido mucico, e di cui ben non si conosce la natura. Pare che l' acido mucico sia assolutamente insolubile nell' acqua. Con la distillazione, oltre agli ordinarii prodotti, dà un acido empireumatico particolare.

L' acido mucico e l' acido nitrico concentrati reagiscono l' uno sull' altro con l' aiuto del calore. Si produce una materia carboniosa nera e brillante. Riscaldato con la potassa fino ai 200° dà uno sviluppo d' idrogeno e v' ha formazione di ossalato e di acetato di potassa. L' acqua

saturata d'acido mucico forma nelle acque di barite, di stronziana e di calce, precipitati solubili in un eccesso di acido.

Talvolta si ricorre alla produzione dell'acido mucico per riconoscere le materie suscettibili di darne con l'azione dell'acido nitrico, e soprattutto per distinguere i zuccheri comuni dallo zucchero di latte. Quando si fanno tali esperienze non bisogna perdere di vista che l'acido mucico può essere distrutto da un eccesso d'acido nitrico.

(Dumas — Berzelio.)

MUCIDO. Vizzo, cascante.

(Alberti.)

Mucido. Dicesi che la carne *sa di mucido* quando, vicina a putrefarsi, acquista cattivo odore.

(Alberti.)

MUCILAGGINE. Allorquando si trattano alcuni semi o radici con acqua a 60°, o 80°, e si lasciano le materie a contatto per circa un'ora, tolta l'acqua, spremendo il resto in una tela, si ottiene un liquido denso, mucilagginoso che, trattato a bagno-maria, lascia un residuo somigliante alla gomma, e che è la mucilaggine vegetale. Per molto tempo venne questa confusa in fatto con la gomma; imperocchè non si abbadava che alla sua proprietà di divenire mucilagginosa umettata con l'acqua. Vauquelin fu il primo a rivolgere l'attenzione sopra una sostanza che rimane a guisa di gelatina gonfiata quando trattasi la gomma bassora con l'acqua, ed a cui questo chimico diede il nome di *bassorina*. Posteriormente tale sostanza venne trovata in molte altre materie vegetali, cioè, da Bucholz, nella gomma adraganti, da John nella gomma di ciliegio, da Bostock nel seme di lino, nei semi di cotogno, nella radice di molte specie di giacinto, nella radice di altea, in molte specie di fuchi, ed infine da Caventon nel salep, donde i nomi di *cerasina*, *prunina*, *dragantina* e simili.

Il metodo che fornisce più mucilaggine e il più facile ad eseguire è quello di trattare il seme di lino con acqua fredda o con acqua bollente, poi spremere. Si può pure ottenerla mettendo la gomma adraganti in 1000 a 1200 volte il suo peso di acqua, e decantando la soluzione dalla massa gonfiata mucilagginosa. La mucilaggine così ottenuta somiglia ad una gelatina più o meno traslucida, che è insolubile nell'acqua fredda e pochissimo solubile in quella bollente. Tuttavia stando a lungo nell'acqua si gonfia e trasformasi in una sostanza mucilagginosa e viscosa, la quale finisce divenendo tanto fluida, che passa attraverso la carta come un liquido viscoso, ogni goccia del quale lascia dietro sè un filo che si accorcia. In tal caso, la mucilaggine sembra trovarsi in uno stato intermedio fra la soluzione e il rigonfiamento, che potrebbesi somigliare ad una vera soluzione; ma quando adoperasi, per preparare la mucilaggina minore quantità d'acqua, si vede che è un semplice gonfiamento, e la carta bibula, su cui è posta la materia, s'imbeve di un liquido niente mucilagginoso. Dopo la diseccazione, la mucilaggine forma una massa dura, traslucida, bianca o giallastra, inodorosa e insipida, e gonfiasi una seconda volta nell'acqua. Molte specie di mucilaggine distillate forniscono, fra gli altri prodotti, dell'ammoniaca; non si sa ancora se questo alcali provenga dalla mucilaggine stessa o da materie straniere. La mucilaggine del seme di lino fornisce più ammoniaca, e dopo di essa la gomma adraganti. Gli acidi e gli alcali caustici disciolgono la mucilaggine e distruggono la sua mucosità: certe specie di mucilaggine, bollite lentamente con liscive od acidi diluiti, trasformansi in una materia analoga alla gomma.

Si conoscono parecchie varietà di mucilaggini, e parleremo qui di alcune fra le più importanti di esse.

Gomma. La gomma che trasuda dai pruni, contiene ordinariamente da $\frac{4}{5}$ a $\frac{9}{10}$ di mucilaggine vegetale.

Gomma adraganti. Consiste questa quasi interamente di mucilaggine, e non contiene che pochissima gomma. Delle proprietà e degli usi di essa venne parlato abbastanza agli articoli DRAGANTE e GOMMA *dragante* in questo Supplemento (T. VII, pag. 138, e T. XII, pag. 113), ai quali però rimandiamo.

Seme di lino. All'articolo LINO (Tomo XVIII di questo Supplemento, pagina 291), si diede l'analisi di questo seme. Ponendolo nell'acqua fredda, in breve si cuopre di uno strato di mucilaggine che va sempre più crescendo, ed anche l'acqua che soprannota diviene più o meno mucilagginosa. Facendo bollire il liquore e spremendolo, si ottiene una massa mucilagginosa giallo-grigiastra che esala lo stesso odore delle patate grattugiate. Seccandola si ha una massa di color carico che ha la proprietà di gonfiarsi molto nell'acqua, e somiglia per molti riguardi alla arabina. Una parte di seme di lino e 16 di acqua, danno una mucilaggine molto densa. Quando è secca viene coagulata dall'alcole, dall'acetato e proto-acetato di piombo e dal proto-cloruro di stagno; con l'acido nitrico dà molto acido mucico. Il silicato di potassa, il borrace, il cloro, l'iodio, il solfato di sesquiossido di ferro e la infusione di noce di galla, non hanno alcuna azione sopra di essa. Nel luogo sopraccitato dell'articolo LINO si è veduto come si adoperi per l'ispessimento di alcuni colori e per l'ingrasso dei buoi.

Cotogno. Già si è accennato aversi una mucilaggine dai semi di questa pianta nell'articolo GOMMA *di cotogno.* Mettendoli a molle nell'acqua se ne coprono come il seme di lino; questa mucilaggine è limpida, scolorita, e una parte di semi basta a convertire 40 parti di acqua in una mucilaggine della consistenza dell'albume d'uovo. Questa viene coagulata dagli acidi; l'alcole la precipita in fiocchi, che, raccolti sopra un feltro e seccati, formano una massa scolorita, un grano della quale è bastante a trasformare 1/2 a 1 oncia d'acqua in mucilaggine densa. La mucilaggine di cotogni s'intorbida con l'acetato di piombo, coi cloruri di stagno e di oro, col solfato di ferro e col nitrato di mercurio: il sotto-acetato di piombo e il cloruro di stagno la coagulano compiutamente. Il silicato di potassa e l'infusione di noce di galla sono senza azione sovr'essa.

Salep. Così si chiamano le radici di varie specie di orchis, lavate nell'acqua fredda, dopo averle separate dalle fibre, e poscia bollite per 20 a 30 minuti in molt'acqua, che ne estrae una materia di sapore disaggradevolissimo. Le radici indi si diseccano e formano allora certi tubercoli oblunghi, duri e translucidi, d'un bianco giallastro. Queste radici contengono pochissima gomma, dell'amido e molta mucilaggine. Con una ebollizione prolungata sciolgonsi in mucilaggine trasparente; e quando si diluiscono polverizzate nell'acqua, trasformansi, senza il calore, in una simile mucilaggine, si gonfiano e assorbono moltissima acqua. L'acido idroclorico scioglie la mucilaggine in un liquido fluidissimo; l'acido nitrico la converte in acido ossalico.

Mucilaggine dei fiori di calendulina. Questa sostanza sembra appartenere alla classe delle mucilaggini vegetali; ma ne differisce per la sua solubilità nell'alcole. Venne descritta da Geiger. Trattansi i fiori e le foglie della *calendula officinalis* con l'alcole, si evapora la soluzione fino a consistenza di estratto, e si

tratta questo coll' etere, che scioglie una materia verde analoga alla cera, poi con l' acqua. Questa lascia una sostanza mucilagginosa, gonfia, quasi insolubile nell' acqua, tanto fredda che bollente. Ingiallisce con la diseccazione, diviene fragile e translucida. Umettata con acqua, si gonfia e trasformasi di nuovo in mucillaggine. Allo stato impuro, come trovasi nella pianta, questa mucillaggine si discioglie nell' acqua calda, e col raffreddamento il liquore si rappiglia in gelatina. È insolubile negli acidi diluiti, solubile nell' acido acetico concentrato. Gli alcali caustici la soluzione allungata la sciolgono; ma è insolubile nei carbonati alcalini e nell'acqua di calce. Sciogliesi agevolmente nell' alcole anidro e nell' alcole, con poca acqua; dal primo deponesi sotto forma di pellicola secca, dal secondo in istato di gelatina. L' infusione di noce di galla non la precipita. È insolubile nell' etere, come pure negli oli grassi e volatili.

Alghe e fuchi. All' articolo Fuchi in questo Supplemento (T. X, pag. 120) si è detto, nell' indicare la composizione di queste sostanze, come contengano una sostanza mucilagginosa, e fino dal 1836 Brown intraprese alcune ricerche per vedere se si potesse fare una qualche utile applicazione di quella contenuta nei *fuchi* che si raccolgono sulle spiagge del mare.

Nell' articolo Fuco sopraccitato si è veduto come John trovasse in cinquecento parti del fuco vescicolare o quercia marina *(fucus vesciculosus)*, oltre a varie altre sostanze, 20 parti di una materia mucilagginosa e fino a 390 parti di materia analoga albuminosa. Gaultier de Claubry verificò la grande proporzione di quest' ultima sostanza, la quale tuttavia non è altrimenti albumina, nè possede alcuna delle proprietà di questa sostanza. In vero non può essere coagulata da alcuno dei reagenti che operano sull' albumina dell'uovo ed anzi non è pure atta a coagularsi. Parimenti non si può giugnere a precipitarla coi reagenti che danno questo effetto sull' albumina, mentre altri reagenti che non hanno alcuna azione sulla albumina la precipitano dalle sue soluzioni. Questa sostanza non si può neppure riguardare come gelatina, attesochè non viene precipitata dal tannino.

Questi caratteri suoi proprii l' adittano come una vera mucilaggine vegetale, analoga a quella che si contiene nelle radici dell' altea e del seme del lino. L' acetato di piombo e gli altri reagenti che precipitano le materie mucilaginose, fanno deporre alla soluzione di questa sostanza una materia bianca concreta. Se aggiungesi a questa soluzione un poco di ciano-ferruro di potassio prima di versare alcune gocce di solfatu di zinco, si forma un precipitato composto di cianuro di zinco o di mucilaggine.

Anche gli altri cianuri insolubili possono essere precipitati ugualmente dalla loro soluzione, e nella stessa maniera si ottennero combinazioni di mucilaggini coi composti insolubili di cloro e di iodio.

Se ad una soluzione mucilagginosa del fuco si mesce dell' idro-solfato di ammoniaca, e vi si aggiugne del nitrato d' argento, si forma un precipitato nerastro che consiste di mucilaggine e di solfuro d' argento. Tutti i solfuri metallici insolubili presentano lo stesso risultamento. Finalmente, quando sappiasi bèn regolare la operazione, si arriva a preparare combinazioni di questa mucilaggine e di quella d' altea con tutti i corpi elettro-positivi composti di due elementi.

Se si desiderano prove ancora più concludenti della identicità di queste due mucilaggini sarà da farsi osservare dapprima che quella del fuco dà col borrace una gelatina che quando si lascia seccare acquista tanta tenacità da rompere i vasi di ve-

tro nei quali viene deposta, e che quando si fa bollire con acido solforico trasformasi in una sostanza che gode di tutte le proprietà della gomma arabica. Nulladimeno il Brown nelle sue ricerche ebbe ad osservare esservi alcune differenze fra la gomma arabica, e questa mucilaggine, come si può facilmente convincersene, imperocchè una soluzione della prima di queste sostanze non tarda ad acidificarsi e ammuffire, locchè non accade di una soluzione della seconda. Brown crede pure che John abbia ecceduto nel valutare ad un 78 per cento la quantità di mucilaggine contenuta nel fuco vescicolare. Egli crede che sia stato condotto in errore dall'essersi il tessuto cellulare della pianta con lungo ebollimento trasformato in una massa che ha, come la mucilaggine, la proprietà di venire precipitata dall'acetato di piombo.

Brown dice avere tratto per infusione da un *fucus palmatus* secco la metà del suo peso di mucilaggine; gli altri fuchi contenendo alcuni più ed altri meno di siffatta materia.

Per ottenere dai fuchi della mucilaggine pura perfettamente, egli trovò preferibile ad ogni altro il metodo che segue. Pestasi il fuco, dopo averlo fatto seccare al sole, quindi lo si mette in macerazione uno o due giorni in acqua acidulata che si rinnova più volte. Allorquando sono disciolte le materie saline che contiene la pianta, se la fa bollire in acido solforico molto diluito che distrugge il tessuto cellulare, ed in conseguenza agevola il votamento delle cellule nelle quali è rinchiusa la mucilaggine. Agitasi questa soluzione col carbone animale, cui aggiugnesi un poco di carbonato di barite, ed una piccolissima quantità di litargirio; gettasi sul filtro, e da ultimo si fa seccare a bagnomaria. La massa secca, polverizzata viene trattata con alcole per libererla dal sale comune che contiene, dà una mucilaggine pura, la quale, trattata per qualche tempo con l'acido solforico coadiuvato dal calore, dà, come si disse, una sostanza interamente simile alla gomma arabica.

È adunque dimostrato, secondo il Brown, il *fuco vescicolare* contenere gran copia di mucilaggine; potersi questa separare con facilità dalle altre sostanze ch'entrano nella composizione di questa pianta marina; una soluzione di questa mucilaggine non andarà soggetta all'ammuffimento; finalmente, con un mezzo estremamente semplice, poterla trasformare in gomma arabica.

La mucilaggine essendo una delle materie organiche vegetali più nutritive, e potendosi raccogliere una grandissima quantità di fuchi sulle spiagge del mare, è naturale il chiedere se fosse possibile estrarre da questi una sostanza alimentare pegli uomini e pegli animali. Se i fuchi danno la soda, il cloro, l'iodio, il bromo, importerebbe vedere se giovasse togliere loro anche la mucilaggine che contengono.

Queste piante infatto procurarono sostanze alimentari agli uomini ed agli animali fino dai tempi più remoti. Gl'Irlandesi mangiano il loro *fucus carrageen*, che proviene dal *fucus endiviaefolius*, e, sotto il nome di *musco d' Irlanda*, viene raccomandato ai malati ed alle persone di fisico debole come cibo di facile digestione. Gli Scozzesi hanno il loro *fuco succherino (fucus saccarinus)* ch'è di sapore molto gradevole. In alcuni paesi marittimi mesconsi alcuni fuchi agli alimenti degli animali. Nelle isole Orcadi i bestiami vanno a cercarli sulle spiaggie quando non trovano nutrimento abbastanza copioso nelle praterie; gli animali non li rifiutano assolutamente a motivo della soverchia quantità de' sali che contengono se non quando abbiano in copia altro cibo.

Togliendo questi sali si giugnerebbe

certamente a preparare in abbondanza un cibo salubre ed economico il quale avrebbe molto pregio per quei popoli che abitano le coste settentrionali dell' Europa. Basterebbe eccìaccare questi fuchi e farli bollire con acqua acidulata con un poco di acido solforico ed idroclorico, poscia mescere il residuo con crusca, paglia tritata, stiacciate di seme di lino ed altre materia analoghe, a' meno che non si volesse far consumare il residuo greggio ai bestiami. Sotto queste due forme i maiali e gli asini lo mangieno volentieri; se poi si volesse nutrire in tal modo il grosso bestiame, Brown suggerisce il modo di preparazione segnente:

Pestansi dapprima i fuchi con una macchine qualunqua, poi lasciensi macerare per uno o due giorni in acqua acidulata con un poco di acido solforico, lavansi in seguito con acqua fredda, poi si fanno cucinare per alcune ore con tra o quettro volte il loro volume di acqua, si filtra la decozione e si concentra fino a che acquistino la densità di un siroppo e da ultimo si mescono con crusca od eltra sostanza per farne una specie di pane. Quando sono secchi, conservansi per lunghissimo tempo, e si danno ai bestiami come le stiacciate dei semi oleaginosi. Si può del resto evaporare fino a secchezze la decozione filtrata e farne tortelli che si conservano pel bisogno. Il Brown crede che si potrebbero averne grandi guadagni.

Propone egli altresì di estrarre questa mucilaggine dai fuchi quanto più pura è possibile, quindi con lunge ebollizione nell' ecido solforico cangiarla in una sostanza da sostituirsi alla gomma arabica, atte agli stessi usi di quella e che, diffusa che fosse nel commercio e meglio conosciuta, avrebbe certamente la preferenza su quelle per la modicità del suo prezzo. Se sorgessa una fabbrica di questo prodotto, i residui, i quali non sono altro che i resti del tessuto cellulare della pianta, potrebbero servire el nutrimento dei bestiemi, nel mentre che dai liquidi di macerazione estrarrebbersi con facilità alcuni sali adoparati nell' industria.

Certamente queste proposizioni del Brown meritano di essere attentamenta considerate, non dovendo essere difficile perfezionare i metodi di estrazione della mucilaggine, quelli che suggerisce non sembrando di quella semplicità ed economia ch'egli dice. Converrebbe vedere se in tal guisa si liberi questa mucilaggine dal sapore particolare e poco gradevole che le è proprio, ed essere ben certi che questa sostanza data per alimento, non contenga più iodio nè bromo, sostanze che potrebbero avere un effetto nocivo sulla salute. Nel caso in cui la mucilaggine si trasformasse in materia gommosa per le arti, non sarebbe più necessarie una purezza tanto assoluta.

La particolare posizione della nostra città rende per noi di maggiore interesse le osservazioni del Brown.

Chiocciole. All' articolo Chiocciola in questo Supplemento (T. V, pag. 57), si disse come si adoperino a farne brodi medicinali. I vantaggi di questi stanno appunto nella mucileggine che danno quegli animali. Siccome però con la cottura questa mucilaggine più o meno si altera, così venne ultimamente proposto di userla crude facendone diverse preparazioni, come pastiglie, gelatina, siroppo e simili. Non potendo qui entrere in siffatti particolari, solo noteremo il modo di estrarre questa mucilaggine e di combinarle allo zucchero, essendo enaloga a questa più o meno anche le altre preparazioni.

Tutti sanno che assoggettando le chiocciole ad un digiuno più o meno lungo, si perviene a privarle del loro sapore disaggradevole e delle loro nocive qualità, quelle fra loro che hanno provato alcune acci-

dentali modificazioni, per effetto di un particolar genera di alimentazione. Tuttavia questo diginno, essendo causa della perdita della maggior parte della materia mucosa, è convenienta, nella quasi totalità dei casi in cui si vuol far uso della mucilaggine delle chiocciole, di adoperarle senza averle sottoposte ad una preventiva astinenza, tutte la volte che la stagiona d'inverno, o la necessità di privarle con questo mezzo dell' odore e dal sapora che loro sono particolari non isforzano a doverlo fare.

Prese delle chiocciola di bella specie, la quali al numero di 356 pesano, con la loro spira, 160 once, e senza quella ed i loro intestini once 48, si battono con una scopa di vimini, in 128 once di acqua per un quarto d'ora, ritenuto che la carne delle chiocciole sia ben pulita e minutamente tagliata. Si passa con forte spremitura il liquido, il quale viene mescolato a 128 once di zucchero in grossa polvere, e messa ogni cosa in un vaso a larga superficie, si fa prontamente evaporra con una continua agitazione. Si ottengono per prodotto 128 onca di zucchero eliciato in polvere.

Questo prodotto, di un sapora gradito, deva essere tenuto in vaso di vetro armeticamenta chiuso.

(BERZELIO — DUMAS — A. BAUDRIMONT — S. BROWN.)

MUCILAGGINOSO. Dicesi tutto ciò che contiene della mucilaggine, od ha l'apparenza di quella. (ALBERTI.)

MUCINA. La materia così detta da De Saussure è una sostanza mucilagginosa poco studiata, che differisce dalla glutina per essere più solubile nell' acqua, e formare con l'alcole bollente una soluzione che s'intorbida. È insolubile nell' etere, viene leggermente intorbidita dall' alcole, dai carbonati alcalini, dall' ossalato di ammoniaca.

Si ottiene facendo bollire con l'alcole il glutine non seccato, filtrando il liquore bollente, mescendolo col suo volume d'acqua, e riducendo con la evaporazione a bagno-maria il miscuglio ad un sedicesimo dal suo volume, rischiarandolo col riposo e con ulteriori aggiunte d'acqua duranta l'evaporazione, finchè la soluziona fredda resta trasparente, separata dalla materia insolubile. La evaporazione a secchezza di questo liquore dà la mucina.

(G. B. SEMBENINI.)

MUCO. È una sostanza animale onde sono coperte le membrana mucose, a può ottenersi da un animale ucciso, il quale fosse da qualche tempo digiuno, raschiando la faccia interna dello stomaco a degli intestini, e lavandolo ripetutamente in acqua distillata per averlo puro. È un liquido scolorito, viscoso, grasso al tatto che spumeggia agitandolo, e che può evaporarsi senza produrre pellicola, nè coagulo formando una massa uniforme, trasparente, fragila a molto minore del suo volume primitivo. Quando è liquido, sciogliesi, benchè lentamente, nell' acqua; quando è secco perfettamenta più non vi si scioglie, ma nell' acqua calda si ammolla e si gonfia. Riacquista però con granda facilità la proprietà di sciogliersi nell' acqua, se questa contiene un poco di alcali. Posto sui carboni ardenti si gonfia e brucia spargendo odore simile a quello del corno; distillato dà dell' ammoniaca e dell' olio fetido. Secondo gli sperimenti di L. Gmelin cogli acidi si coagula a sovente si riunisce in una specie di stiacciata; è insolubile nell' alcole e nell' etere.

(BERZELIO — G. POZZI.)

MUCOMETRIA. Metodo imaginato dal Taddei per conoscere la proporzione di muco contenuto nella orina dei malati, e consiste nel tuffarvi una lamina di rame ossidata con un poca di soluziona

di sale ammoniaco o di sale comune fattavi ascingar sopra. Tutto il muco del liquido si porta su questa lamina e forma fiocchi leggeri che scendendo a poco a poco formano un sedimento al fondo del vaso, il quale lavato e seccato, dà la proporzione del muco ricercata.

(Gio. Alessandro Majocchi.)

MUCRONATO. I naturalisti danno in generale questo aggiunto a tutti quei corpi che sono in tutto o in parte conformati a guisa di spada, pugnale o simile cosa terminata in punta.

(Alberti.)

MUDA, MUDAGIONE, MUDARE. Dicesi del cadere e rinnovarsi che fa ciascun anno una parte del pelo dei quadrupedi e delle penne dei volatili. La muda è sempre una crisi, per altro assai lieve, fuorchè nei giovani uccelli cui cagiona spesso a morte. Gli accidenti da essa determinati sono più gravi nei giovani gallinacci che nelle altre specie. Una temperatura calda, alimenti sostanziosi, come sono i vermi o della carne tritata, dati di quando in quando sono preservativi che riescono quasi sempre ad impedire i danni della muda. Allorquando si palesino alcuni accidenti di essa un po' di pane inzuppato nel vino od altro simile cibo fortificante produce ottimi effetti.

(Bosc.)

Mudare. Operazione che si fa ad oggetto di impedire la fermentazione delle sostanze zuccherine o di sospenderla nei liquori già più o meno vinosi.

Servono a tal fine l'acido solforoso ed i solfati alcalini o terrosi. Talvolta si versa una soluzione di questi ultimi nei liquidi da conservarsi; tal'altra abbruciansi solfanelli nell'interno delle botti impregnandole in tal guisa di acido solforoso. La sostituzione dei solfiti acidi di calce o di soda ai solfanelli, è tanto più conveniente in quanto che spesso questi ultimi non possono ardere a motivo dell'acido carbonico onde sono ripiene le botti.

(Dictionnaire des arts et manifactures.)

MUFFA. Si è detto nel Dizionario quella sostanza cui si dà questo nome essere una pianta della famiglia dei funghi. Accenneremo dapprima i caratteri delle varie specie di questa pianta, poscia ci tratterremo alquanto sui mezzi di evitare i principali danni che esse cagionano.

Muffa aranciata. (Mucor septicus, Linn.). Ha gli steli frondosi, serpeggianti, e cresce sul legno morto, sui turaccioli di sovero, nell'interno delle botti vuote ed altrove, formando piccole lamine di un giallo dorato che danno un cattivo sapore ai liquidi che mettonsi a contatto di esse.

Muffa crostacea. (Mucor crustaceus, Linn.). Ha gli steli estremamente piccoli, e cresce principalmente sui formaggi salati dove forma lamine a principio bianche ed in seguito rosse.

Muffa grigiastra. (Mucor mucedo, Linn.). Ha gli steli semplici e terminati da un globetto, e la specie più comune è quella che diffonde l'odore più disgustoso e cui si dà principalmente il nome di muffa. Cresce sulla maggior parte delle sostanze che servono all'uomo di cibo, e specialmente sul pane.

Muffa ombellata. (Mucor glaucus, Linn.). Ha gli steli terminati da un ciuffo di semi biancastri. Cresce sopra le materie in istato di putrefazione, e principalmente sopra le frutta e sopra le confetture.

L'annoverare solamente tutte quelle sostanze cui recano danno le muffe sarebbe opera lunga assai e malagevole, sviluppandosi quasi sempre dove la umidità ed il contatto dell'aria si prolungano alquanto. In molti articoli relativi alle sostanze che più vi sono soggette indicaronsi le circostanze che ne favoriscono lo sviluppo e la maniera di impedirlo o di

ripararvi. Qui ci limiteremo a considerare gli effetti della muffa in quanto riguarda le botti, i vini, i grani, la colla di farina ed il pane, le frutta, le confetture, l' inchiostro ed i cuoi.

Finchè le botti stanno ripiene di vino sano non possono contrarre il menomo difetto: il tempo in cui sono, a dir così, predisposte a guastarsi, è il periodo durante il quale rimangono vuote. Molti agronomi adittarono le avvertenze per conservarle sane in tal caso, ma queste non si osservano per trascuranza o per inerzia di chi avrebbe a praticarle.

Considerando di quali circostanze sia consegnenza la muffa nelle botti, si è costantemente osservato che si sviluppa in quelle, che o si lasciano aperte in locali umidi, od essendo chiuse, si trovano per mezzo di qualche piccola apertura o spiraglio in comunicazione con l' aria ambiente anche in locali asciutti: sembra adunque dimostrato l' origine di questa alterazione essere quella che nelle suaccennate circostanze succeda entro le botti la perdita ed evaporazione del principio alcolico del vino, senza che possa di pari passo procedere l' evaporazione della umidità acquosa di sua natura più lenta. Le fecce dei vini bianchi fermentati senza i fiocini, come quelle deposte dai vini rossi spremuti dal torchio, appunto come corpi mucosi poco o nulla forniti di principio alcolico, e molto ricchi e tenaci dell' umidità acquosa, fanno per la stessa ragione contrarre con facilità la muffa alle botti, sebbene si tengano chiuse ed in locali asciutti.

La muffa, già vedemmo, altro non essere che una pianta crittogama, della famiglia dei funghi, le cui specie vegetano soltanto sulle sostanze ove si trova un principio mucoso unito con l' acqua, e che inclina alla putrefazione: vedemmo pure la *muffa aranciata* essere la specie che invade le botti sotto forma di piccole lamine d' un giallo dorato, le quali mettono radice per entro alle porosità del legno, fra gli interstizii delle doghe: deriva da ciò che la semplice abrasione della medesima non basta a togliere alle botti il loro odore nauseabondo che si comunica poscia indispensabilmente anche al vino, e la cui distruzione non può essere l' opera che del più perfetto estirpamento delle radici, oppure della loro uccisione e decomposizione finale.

Negli andati tempi assalita che fosse una botte da questo ospite maligno, era condannata alle fiamme, poichè sapevasi le lavature anche più volte ripetute non bastare a distruggerlo, e non si conoscevano metodi ulteriori di disinfettamento. Talvolta si riusciva a distruggere, od almeno a prevenire gli effetti della muffa, con replicati lavacri di acqua bollente praticati sulle botti e sui cocchiumi, ma questo mezzo era spesso insufficiente allo scopo. Il Carli pel primo adoperò contro la muffa la calce viva fatta spegnere nell' interno delle botti chiuse, e pretese di avere con questo mezzo rinvenuto il migliore disinfettante: dopo di lui Décandolle propose l' impiego di questa stessa sostanza al medesimo effetto; ma è fatto innegabile però che questa pretesa panacea non sempre sana la botte infetta, il che può ragionevolmente provenire dal maggior grado di profondità cui sieno giunte le radici o entro il legno, o entro agli interstizii delle doghe. Lomeni si trovò più volte a questo cimento, e dopo avere ripetutamente fatta praticare l' estinzione proposta della calce, anche versando su di essa una lisciva di ceneri bollente, gli avvenne nel maggior numero dei casi di rimanerne senza effetto. Questo avvenimento ed il richiamo delle surriferite idee quanto alla natura e sede della muffa, ed alle cause che favoriscono manifestamente il

suo sviluppo, portarono a stabilire il principio che alla sua distruzione fosse uopo impiegare una sostanza estremamente caustica, ed applicabile sotto forma tale che penetrar possa alla maggiore profondità cui per avventura fossero giunte le sue radici; la forma liquida perciò dovette rimenerne esclusa, e non fu ammissibile che la forma vaporosa, attesa l'esilità delle sue molecole e l'attitudine maggiore a compenetrare i corpi solidi: i suffumigii di Smith e Morveau furono i primi tentati, ma, provati dal Lomeni non gli diedero que' risultamenti che andava cercando, forse per non sufficiente intensità di potenza caustica.

Più fortunato nullameno in questo tentativo dell' uso del cloro, sembra essere stato G. Ferrari, il quale descrive come segue il metodo da lui praticato, ed i risultamenti ottenuti.

Si fa una mescolanza d' una libbra e mezza di sale comune con mezza libbra di manganese, ridotti in polvere; si fa separatamente un altro miscuglio di una libbra e mezza d' acido solforico con una libbra d' acqua, avvertendo di mescere l' acido con l' acqua a piccole dosi.

La botte infetta che si vuol curare sciacquasi prima ben bene, e si pone ritta: in una pentola di terra mettesi una certa dose dell' anzidetta polvere ed una ugual quantità dal miscuglio acido: poi subito s' introduce la pentola nella botte, e si posa sul fondo: si turano poscia diligentamente con cenci umidi le aperture per cui potrebbe uscir fuori il vapore ossia il cloro. Dopo molte ore giova rimestare con una bacchetta di legno la mescolanza che è nella pentola, ed anche aggiungnervi di quell' acido solforico che si ha in serbo. Questa operazione vuol essere fatta una o due volte al giorno, e per un numero maggiore o minore di giorni secondo che è più o meno grande e infetta la botte.

In tal modo, dice il Ferrari, aver liberato dal mal' odore di muffa cinque botti delle più infette; è vero che vi rimane l' odore del cloro; ma lo si toglie con replicate sciacquature, e curando le botti qualche tempo prima di porvi il vino, ovvero adoperando cloruro di potassa invece di cloro.

Un metodo molto analogo al precedente è quello che segue del Brard. Per una botte ammuffita della tenuta di cento litri, prendonsi un' oncie di cloruro di calce e un' oncie di acido solforico. Risciacquasi prima la botte se contiene ancora feccia, poi vi si getta ed un tratto il cloruro, l'acido ed una secchia di acqua pura, aumentando le dosi in proporzione alla grandezza dei vasi. Chiudesi poscia esattamente il cocchiume, e si fa rotolare ed agitare la botte, affinchè l' acqua ne lavi tutte le parti, e 24 ore dopo risciacquasi con grande copia di acqua. Il Brard però osserva non bastare all' effetto il solo cloruro, essendo in ciò di parere diverso da quello che si vide avere il Ferrari.

Il Lomeni, il quale, come dicemmo, non aveva avuti dal cloro risultamenti abbastanza efficaci, appigliossi invece all' acido solforoso in vapore, ciò che ottenne col far abbruciare nelle botti una determinata quantità di fiori di zolfo proporzionata alla capacità delle botti stesse, e questo mezzo gli ha pienamente e costantemente corrisposto, anche nel caso di muffa di antica data, e ribelle a qualsiasi degli altri mezzi usati, senza che per esso si alteri anche menomamente la superficie del legno cui rimane applicato, cosa che non avviene impiegando, come altri proposero, l' acido solforico anche diluito in molta acqua.

Ecco il modo di operare: riempinta la botte di acqua semplice, lasciasi intatta per due o tre giorni, con che ottiensi la macerazione ed il facile distacco di ogni

materia tartarosa od altra qualunque dalla sua interna parete: premesso indi il più esatto lavacro, s'introduce nella medesima una lisciva di ceneri bollenti, all'oggetto di assicurarsi che anche le parti più restie della patina aderente alla interna superficie abbiano a staccarsi, per mettere perfettamente a nudo il legno e schiuderne possibilmente le porosità: in questo stato la botte si va frequentemente rivoltando, e non si fa uscire la lisciva che nel di successivo: si apre allora di nuovo la botte e si lava con la più scrupolosa attenzione, indi sgocciolata che sia, si lascia aperta in luogo di libera ventilazione, o meglio ancora, si espone al sole perchè possa sollecitamente asciugarsi fino al segno da rendere percettibili le interne unioni delle doghe: in allora applicasi ben saldo il cocchiume ed introducesi per lo sportello una terrina che contiene tante ounce di fiori di solfo, quante sono le brente di capacità della botte (circa una gramma per ogni tre litri): in questo stato si appicca il fuoco allo zolfo col mezzo di solfanelli accesi, e quando la combustione è attivata, si mantiene socchinso lo sportello infino che, per essere la botte ben riempiuta dai vapori dello zolfo, si vede una parte di essi uscire con violenza dalle fenditure: in allora si chiude lo sportello interamente, e la botte si lascia in quiete per tre giorni, dopo i quali riaperta e ben lavata più volte con semplice acqua, indi spruzzata con buon vino oppure con acquavite, si ridona al consueto uso perfettamente risanata.

Il vino che ha preso il sapore di muffa è assai difficile a risanarsi. Appena si scorge aver cominciato a prendere questo ingrato sapore conviene toglierlo dalla botte affinchè non peggiori, e si può tentare di risanarlo trattandolo col carbone animale grossolanamente soppesto o meglio con l'olio d'uliva, come si disse all'articolo Vino (T. XIV, pag. 300). Quando il sapore è assai forte, ad oggetto di tentare di mascherarlo, si suggerisce di travasare il vino, poscia introdurvi pel cocchiume un sacco stretto e lungo che contenga del frumento torrefatto, come il caffè, ma un poco meno ed ancor caldo. Si assicura il sacco con una cordicella, si chiude la botte, e 24 ore dopo travasasi di nuovo il vino nella botte in cui v'abbia per un ottavo della capacità di feccia recente.

A preservare i grani e forse anco le farine dalla muffa, venne suggerito unirvi nell'imballaggio qualche seme di odore molto acuto. Per la colla di farina, che è assai facilmente alterabile, giova mescervi un poco di allume o meglio ancora della pece resina, come fanno talvolta i calzolai, la quale agisce come principio odoroso; l'olio di trementina, lo spico, la menta piperite, l'anici od il hergamotto; adoperati anche in piccola quantità, presentano maggiori vantaggi. Una piccola quantità di un olio essenziale qualunque basterebbe così a salvar da ogni danno le biblioteche poste in luoghi bassi ed umidi. Aggiungendo alla colla dello zucchero greggio per impedire che si disecchi, ed un poco di sublimato corrosivo, per tenerne lontani gli insetti, si può conservarla per un tempo assai lungo.

Il pane va anch'esso soggetto facilmente a prendere la muffa, ed il mezzo di impedire che si sviluppi prontamente ed in copia, è quello di non porvi nel farlo che la quantità di acqua conveniente, di lasciarlo cuocere a sufficienza, e specialmente di conservarlo in luogo asciutto e ben ventilato. Accorgendosi a tempo che il pane comincia ad alterarsi, conviene tagliarlo nel senso di sua maggiore larghezza e riporlo nel forno, per uccidere i germi della muffa. Volendo mangiarlo tosto, se lo tuffa per alcuni istanti nell'acqua bollente per toglierli il cattivo gusto ed

odore, spruzzandolo anche con un poco di aceto. Non è vero, come ritengono alcuni, che le muffe sieno un veleno, e se talvolta eccitano dolori allo stomaco e vomiti, è per effetto del loro cattivo odore e del sapore nauseante.

Le frutta non si possono guarentire dalla muffa che mediante una sorveglianza continua, per separare quelle che cominciano a guastarsi, e riporre in luoghi asciutti e ventilati le altre.

Per le erbe cotte, le confetture e simili, non è sufficiente preservativo il chiuderle con esattezza, bastando pochi minuti che rimangano esposte all' aria perchè ricevano i semi che si sviluppano in appresso. Giova a conservarle il porre nelle erbe una maggior quantità di sale, e nelle confetture assai zucchero, farle cuocere molto e tenerle in luoghi asciutti, ventilati e chiari. Talvolta giova coprire i vasi con burro, con grascie o col miele, e Voget, per esempio, insegna ad evitare la formazione della muffa nelle gelatine di ribes, di lamponi e simili, stendendo uno strato di zucchero polverizzato alto circa 1/4 di dito sulla superficie di ogni vasetto di gelatina due giorni dopo la sua preparazione, chiudendo poscia, come al solito, il vaso con vescica o carta cerata. Le gelatine si conservano per varii anni sotto questo strato di zucchero senza essere soggette a guasti. Ad ogni modo occorre visitare con frequenza siffatti oggetti e mettere da parte, per consumarli al più presto, quelli che cominciassero a dare qualche indizio di muffa.

Lasciando per qualche tempo l'inchiostro al contatto dell' aria non tarda a coprirsi di una crosta di muffa, riputata da alcuni naturalisti di generazione spontanea, ma che proviene da germi invisibili, sparsi a profusione in natura che non aspettano se non che la opportunità per isvolgersi. Da principio non presentansi che fiocchi biancastri, i quali riunendosi, danno origine ad una pellicola che sempre più si ingrossa, e l' inchiostro perde una parte delle sue proprietà. Dutrochet, studiando questa muffa col microscopio, notò nascere dessa soltanto nell'acqua carica di particelle organiche, e bisognare altresì che v' abbia un acido od un alcali allo stato libero. Nell'inchiostro la materia organica è somministrata dalla galla e dal campeggio, e l'acido dal solfato di ferro. Il fenomeno producesi quindi tanto più facilmente quanto più materia glutinosa conteneva la noce di galla, cioè quanto più era di cattiva qualità, quindi il primo rimedio può rinvenirsi nella fabbricazione stessa, scegliendo buona noce di galla, e lasciando all' aria la decoziona fino a che la mucilaggine sia decomposta prima di usarla. Giova pure usare la pirolignite di ferro invece del solfato di ferro: assicurasi che gli inchiostri così preparati non ammuffiscono.

Siccome però pochi preparano da sè il loro inchiostro, così si cercarono varii mezzi per impedire che si formasse la muffa anche in quello che per sè stesso sarebbe soggetto a questo difetto. Taluni assicurano bastare a tal fine di mettere nella bottiglia dove è l' inchiostro una mezza dozzina di grani d' orzo triturati. Altri ricorrono alle sostanze odorose, aggiugnendo all' inchiostro alcune gocce di olio di spico o di qualsiasi altra essenza, od anche alcuni garofani o bulletta di garofano, bastando porre questi ultimi nel calamaio. Bancroft adoperò con buon esito la canfora, ma questa ha il difetto di volatilizzarsi ben presto. Il mercurio, tanto allo stato di sale come di ossido, è efficacissimo per questo oggetto, e vi si adoperò quindi il precipitato rosso, l' acetato di mercurio e specialmente il sublimato corrosivo o deuto-cloruro di mercurio, le quali sostanze distruggono tosto la muffa, ma sono pericolose per le loro venefiche

proprietà. Anche l'acetato di niccolo impedisce l'ammuffimento. L'acquavite produce qualche buon effetto, ma indebolisce la forza dell' inchiostro, precipitandone alcune materie coloranti. La soda, il salnitro, il sale marino od il sale ammoniaco, agiscono un poco ma debolmente; inoltre la prima sostanza nuoce al colore, e le altre alla durata dell' inchiostro. L'allume, lungi dall' impedire la muffa, ne favorisce lo sviluppo.

Per guarentire gli oggetti di cuoio, come i finimenti dei cavalli, vestiti dei militari e simili dalla muffa che prendono nei magazzini, ed evitare la spesa cagionata dal frequente nettamento di essi, basta ugnerli con un poco di olio di trementina che è preferibile agli altri olii per la modicità del suo prezzo. Si ha una conferma di tale osservazione nel cuoio di Russia, il quale ha un odore acuto e penetrante che dee alla sua preparazione con l'olio di betulla, e non si copre mai di muffa esposto alla umidità, rimanendo per lungo tempo in magazzini umidi senza provare alcuna alterazione, mentre invece gli altri cuoi comuni prontamente si alterano ed abbisognano di essere nettati frequentemente. I libri legati col bulgaro, non solamente non vanno soggetti ad ammuffire, ma preservano ancora i vicini.

Nella concia dei cuoi avviene pure talvolta che se la operazione non si conduce con cura formansi sulla pelle macchie bianche di muffa, le quali distruggono prontamente il cuoio. G. Steyer trovò potersi togliere queste ed evitare il danno che recano passandovi sopra un poco di acido pirolegnoso.

(Bosc — Ignazio Lomeni — Ferrari — Brard — Mac Culloc — A. Rouget — Lisle.)

Muffa. I pittori a fresco indicano con tal nome una certa rifioritura di colori prodotta dalla calcina. (Alberti.)

MUFFOLA. In alcune operazioni occorre di assoggettare alcune sostanze ad un calore rovente continuato più o meno a lungo, evitando in pari tempo che sieno a contatto coi gas provenienti dalla combustione, con le ceneri od altre sostanze che si incontrano nei combustibili. In tal caso mettonsi entro un inviluppo la cui forma si determina secondo quella del corpo da riscaldarsi, e la cui sola apertura fatta sul dinanzi si può chiudere con una porta o con mattoni convenientemente lutati. Questo inviluppo dicesi *muffola*, e suol farsi di forma semi-cilindrica, poggiato sopra un fondo orizzontale chiuso alla parte posteriore, e con una apertura sul dinanzi per introdurvi o levarne le sostanze. La muffola sostiensi al di sopra della grata del fornello col mezzo di mattoni di terra cotta, per modo che sia cinta dal fuoco da tutte le parti. Nell' arte del saggiatore adoperansi fornelli a muffola per determinare per via secca le proporzioni del rame in una lega d'oro o di argento con questo metallo; e per aumentare la durata delle muffole vi si stende sopra uno strato sottile di ossa calcinate in polvere che servono altresì ad assorbire il litargirio che vi si può spargere in caso di accidente.

Schwartz studiossi di perfezionare le muffole facendone doppio il fondo e la parte posteriore, e praticando in questa una apertura, ad oggetto di condurre nell' interno della muffola l'aria passata prima fra i due fondi, e quindi già riscaldata.

Le muffole sono indispensabili per cuocere i colori sulla porcellana ed i smalti. Talvolta nelle operazioni chimiche adoperansi anche le muffole senza fornelli di coppella all' aperto. Se non si avesse muffola e si volesse riscaldare un qualche corpo nelle stesse condizioni potrebbesi adoperare un crogiuolo rotondo posto orizzontalmente in un fornello e chiuso

alla bocca con un coperchio. Dovendosi operare sopra grandi quantità di materia, come per ossidare alcune sostanze, adoperansi muffole di ghisa, e per tal oggetto può servire quella di prima fusione che costa assai meno dell' altra, imperocchè, non avendo le muffole a lavorarsi menomamente, poco importa che sieno di ghisa cruda e di qualità non uniforme.

(H. GAULTIER DE CLAUBRY — BERZELIO.)

MUGAVERO. Sorta di dardo antico.

(ALBERTI.)

MUGHERINO (*Jasminum o sambac arabum.*) Pianta fruticosa delle Indie che si coltiva nei giardini pel grato odore dei fiori, i quali servono, come quelli degli altri gelsomini, e dare grato odore ai rosolî ed alle pomate. (V. GELSOMINO.)

(ALBERTI.)

MUGHETTO (*Convallaria*). Il mughetto di maggio o mughetto semplicemente è una pianta che cresce naturalmente in tutta l' Europa, ed è grata pel soave odore de' suoi fiori, il quale ha però azione irritante sui nervi, e può riuscire nocivo, massime tenendolo nelle stanze ove si dorme. I fiori ridotti in polvere eccitano lo starnuto; infusi nell' alcole o nell' acqua danno un ottimo cordiale, ed a questa infusione distillata si attribuirono tante proprietà che le si diè il nome di *acqua aurea*. Il loro sapore è lievemente amaro e comunicano il loro odore all' olio nel quale furono infusi. Si estrae un bel color verde dalle foglie macerandole con la calce. Le capre, le pecore e specialmente i cavalli le mangiano, ma i buoi no. L' estratto di queste foglie passa per un eccellente sudorifico.

Avvi un' altra specie di mughetto detto angoloso (*convallaria polygonatum*, Linn.) che trovasi molto copioso nei boschi umidi; fiorisce alla fine di primavera, ed è conosciuto sotto il nome di *ginocchietto* o di *sigillo di Salomone*. I suoi fiori hanno pochissimo odore; i giovani getti di esso mangiansi come gli asparagi; tutte le bestie ne mangiano le foglie ed i cavalli specialmente ne sono ghiotti. Le radici sono tanto amate dai maiali che non abbandonano un luogo dove ne trovano se prima non le distrussero interamente, riuscendo per essi un alimento eccellente. Queste radici si adoperano anche in medicina come vulnerarie ed estringenti.

(THESSIER.)

MUGHETTO *degli agnelli*. Affezione cui sono esposti gli agnelli nei paesi bassi ed umidi, in ovili sucidi, augusti privi d' aria o con aria insalubre. A queste cause predisponenti si aggiungono altre occasionali, come la mancanza di alimento, lo slattamento repentino e prematuro, l' alterazione o la scarsezza del latte e simili. Sviluppasi il mughetto con molti bottoncini migliari entro la bocca che impediscono il poppare, cosicchè sovente gli agnelli muoiono per mancanza di alimento. Questo morbo venne a torto stimato contagioso. Si deè curarlo con metodo preservativo allontanando quelli che ne sono infetti dalle cause predisponenti ed occasionali, e medicando la madre. L' aceto salato o pepato applicato in fregagioni può essere nocivo anzichè utile; i gargarismi raddolcenti poi tonici servono a calmare i patimenti; ma il migliore medicamento è il latte delle madre spremuto più volte al giorno in bocca dell' animale. Se il latte non è buono vi si sostituisce acqua di orzo condita con miele e mesciuta con latte di vacca finchè lo stomaco possa avvezzarsi ad alimenti più solidi.

(*Diz. delle scienze mediche.*)

MUGNAIO. V. MULINO.

MUGNERE. Spremere le poppe agli animali per trarne il LATTE. (V. queste parola.)

(ALBERTI.)

MULA. Sorta di pianella che ha il calcagno alquanto più alto delle altre: è una specie di pantofola.

(ALBERTI.)

MULATTIERE. Quegli che guida i muli.

(ALBERTI.)

MULETTA. Aggiunto di fava detta anche *marzolina*. (V. FAVA.)

(ALBERTI.)

MULETTO. Bastimento portoghese di mezzana grandezza che ha tre alberi, con vele latine.

(SAVERIEN.)

MULINELLO. Canna in cima alla quale sono imperniate due alie di carta inclinate alla foggia di quelle dei mulini a vento, ed è un balocco pei fanciulli, imperciocchè esposte al vento o spinte contro all'aria correndo, girano velocemente.

(ALBERTI.)

MULINELLO *da filare e da torcere*. V. FILATOIO, TORCITOIO, FILO, SETA, TRATTURA, LINO.

MULINELLO *da fasciare le corde*. Nell'articolo CORDE *fasciate* del Dizionario (T. V, pag. 27) dicemmo in qual modo queste circondinsi di filo con meccanismo analogo a quello che si impiega per fare gli elastici delle CIGNE *da calzoni*. Dappoichè le scoperte di Sturgeon aggiunsero alla scienza della fisica il ramo dell'elettro-magnetismo, e si ottennero effetti vigorosi delle calamite temporarie, i quali speravasi altresì di potere applicare con profitto alle arti, la necessità di isolare i fili da ravvolgersi sulle spranghe per magnetizzarle mediante l'azione della correnti indusse a fasciare questi fili con seta o cotone, ed a tal uopo principalmente imaginossi da Wagstaff una macchinuccia, la quale può ugualmente servire per le corde musicali fasciate od altre simili, e merita perciò di qui venire descritta. Vedesi diseguata nella fig. 1 della Tavola XCIV delle *Arti meccaniche*. A B è la base della intelaiatura di legno; C un tamburo intorno al quale sta ravvolto il filo che deesi fasciare. Questo filo passa sulla puleggia L, attraversa il tubo D, gira sulla puleggia E, e va a ravvolgersi sulla ruota F, alla cui circonferenza avvi un cilindro per riceverlo di un diametro affatto uguale a quello del tamburo C. Girando il manubrio G muovesi la puleggia J che con una corda eterna trasmette il moto alla piccola puleggia I, a questa ultima è unito, mediante una spranghetta a doppio gomito, un rocchello K caricò di cotone. Quando I si muove questo rocchello K gira intorno al filo da fasciarsi e lo veste di cotone. In pari tempo il filo avanza lentamente, per effetto di una vite adattata sull'asse, che viene fatto girare dal manubrio G, la qual vite ingrana con la ruota dentata F, cosicchè il filo cammina lentamente e si copre con prontezza di cotone pel solo effetto di girare il manubrio G.

(G. FRANCIS — G.**M.)

MULINO. Secondo ogni probabilità le più antiche preparazioni che si facessero ai grani, erano quelle che vediamo tuttora mantenersi presso alcuni popoli rozzi e selvaggi, e consistevano, cioè, o nell'ammollirli e farli bollire nell'acqua, come si fa del riso, o di abbrustolirli per levare loro la scorza. Indizii, per esempio, di queste antiche pratiche si trovano presso i Calmucchi delle rive dell'Irtis, che si cibano usualmente di orzo: lo mettono eglino nell'acqua, quindi lo stropicciano per levarvi la scorza, lo ripongono sul fuoco in caldaie senza acqua fino a che sia bene arrostito, ed allora lo mangiano e serve loro di pane. Ben tosto per altro si dovette conoscere la imperfezione di questi mezzi, e vedere come il grano racchiudesse sotto la scorza una sostanza che abbisognava di essere maggiormente

sviluppata, e di qui nacque naturalmente l' idea di romperlo o schiacciarlo, adoperandovisi a principio pestelli, ponendo il grano nel mortaio, e riducendolo in una specie di polvere, per farne poscia con l' acqua una pappa non dissimile da quella che si fa col formentone appo noi ed anche con la vena in alcuni paesi. Ai pestelli tenne dietro la scoperta dei mulini a braccia, dei quali non si può, a dir vero, stabilire con sicurezza la origine, ma che si trovano menzionati in tempi molto remoti. Mosè, nel parlare delle piaghe dell' Egitto, dice, che sarebbero morti tutti i primogeniti da quello del re sino a quello della fantesca, occupata nel girare la macina del mulino. Altrove, parlando dei prestiti, vieta di ricevere in pegno la macina superiore od inferiore del mulino, perchè quegli che la offre mette a repentaglio la propria sussistenza.

Sembra che dall' Oriente l' uso di quei mulini portatili sia passato alla Grecia, e alcuni storici dicono Mileta, figlio e successore di Lelege, primo re di Lacedemone, essere stato il primo a comunicare a propri sudditi quella scoperta. Secondo Plinio e Virgilio, Cerere fu quella che insegnò l' arte di macinare il grano nell' Attica e nella Sicilia. Da un passo d' Omero sembra potersi raccogliere che si accostumasse schiacciare il grano con rotoli o cilindri, fatti scorrere su pietre piane, invece che eseguire quella operazione con pestelli nei mortai. Fu quello il primo passo che poscia condusse a triturare il grano fra due macine, la superiore delle quali gira sulla inferiore, il qual metodo è di tanto superiore agli altri che abbiamo accennati da ritener molti che solo dopo la introduzione di esso si potesse ottenere veramente farina. In Egitto e nella Grecia imponevasi alle donne la faticosa incombenza di far girare la macina. Una prova della imperfezione grandissima delle macchine impiegate a tal fine dai Greci, si ha nelle preparazioni che facevano alle biade prima di macinarle: lasciavanle immerse qualche tempo nell' acqua, poi le facevano seccare per un mese intero, e finalmente le torrefacevano prima di portarle al mulino.

Quantunque, come vedemmo, si facesse uso di mulini a macine nell' Asia e nella Grecia, tuttavia i Romani continuarono ancora per lungo tempo a pestare il grano, nè cominciarono a servirsi dei mulini, ad imitazione dei popoli che avevano soggiogati, se non dopo aver estese nell' Asia le loro conquiste. Applicarono allora a quella operazione gli schiavi e quelli che pei loro delitti erano condannati ai pubblici lavori. Ben tosto ciascuna famiglia ebbe il proprio mulino, che divenne uno fra i principali utensili della domestica economia.

Quale fosse la forma degli antichi mulini romani il vedemmo nel Dizionario, la macina superiore essendosi dapprima fatta di legno ed armata di chiodi, poscia di pietra. Ben presto ingrandironsi le macine e si fecero di una pietra più dura, nè più bastando le forze degli uomini a porle in moto, vi si applicarono asini o cavalli, ottenendone in minor tempo una maggior quantità di farina, il qual fatto dee aver naturalmente condotto al desiderio di applicare al movimento di questi mulini una forza più possente che non fossero quelle dell' uomo e degli animali.

Ciò malgrado non è facile stabilire con sicurezza a quale tempo venissero scoperti i mulini ad acqua. Non si può attribuire loro una origine molto remota, ma neppure tanto moderna quanto supposero alcuni scrittori. Avvi chi opina che questi mulini si inventassero nell' Asia Minore, e che i Romani non ne facessero uso se non dopo il ritorno da quella regione. È certo ad ogni modo che erano conosciuti e si

usavano ai tempi di Augusto, prima dell'era volgare, poichè Vitruvio, nel suo trattato di Architettura, al libro X, capo X, descrive la costruzione di questi mulini ad acqua, indicandone tanto le parti inferiori quanto la tramoggia e tutto il movimento, e finisce dicendo: *Ita dentes ejus timpani quod est in axe inclusum, impellendo dentes timpani plani, cogunt fieri molarum circinationem, in qua macchina impendens infundibulum subministrat molis frumentum et eadem versatione subigitur farina.* Nelle quali parole vedesi chiaramente indicata la costruzione degli odierni mulini ad acqua. Plinio, che viveva alla metà del primo secolo dell'era cristiana, nel libro XVIII della sua storia naturale, al capo 25, dice: *Major pars Italiae ruido utitur pila. Rotis etiam quas aqua verest obiter et molat.* Nelle quali ultime parole delle ruote girate dall'acqua e che macinano, si accenna precisamente al mulino ad acqua. Palladio Rutiglio, al titolo XII del suo *De re rustica*, dice anche esso: *Si aquae copia est fusuras balneorum debent pristina suscipere; ut ibi formatis aquariis molis, sine animalium vel hominum labore frumenta frangantur.*

Dal modo stesso però come ne parlano questi autori, e dalle memorie che la storia ci ha conservate, risulta che l'uso dei mulini ad acqua non era allora comune. Adoperavansi ancora in generale mulini a braccia fino a tre secoli e più dopo il regno di Augusto, od almeno non si vede che i mulini ad acqua fossero destinati al pubblico servigio, essendovene forse solamente alcuni per uso dei privati, in qualche villaggio o casa di campagna. Soltanto sotto il regno di Onorio e di Arcadio venne adottato in Roma l'uso dei mulini ad acqua, che si costruirono da principio unicamente sopra alcuni ruscelli, sopra i canali ed acquidotti delle fontane, non essendo allora l'arte perfezionata abbastanza perchè si ardisse collocarli sulla corrente dei fiumi.

Allorchè la città di Roma fu assediata da Vitige re dei Goti, i mulini ad acqua sfortunatamente si trovavano nella Campagna di Roma al di là del campo nemico: Belisario, che comandava in Roma per l'imperatore Giustiniano, fece tosto costruire a piedi del Gianicolo mulini che girassero per mezzo della caduta delle acque e specialmente dello scaricatore delle fontane. Ma, non bastando quell'aiuto al consumo della città, si arrischiò a far costruire mulini sul Tevere con barche stabilite in mezzo alla corrente, uguali presso a poco a quelli che ora si veggono sui fiumi. Que' mulini sono i primi di tale specie che faccia conoscere la storia. Dall'Italia, ove furono costruiti la prima volta, passarono probabilmente in Francia al principio della monarchia, perchè la legge salica ne fa menzione, e poscia si estesero nel rimanente dell'Europa e perfezionaronsi.

Quanto ai mulini a vento pare non ve ne avesse per certo in Roma ai tempi di Vitruvio, non potendo supporsi che quello scrittore non facesse alcun cenno di una macchina tanto vantaggiosa ed importante. Pretendesi che i mulini a vento traggano origine dall'Oriente, e che se ne sia portato l'uso in Francia ed in Inghilterra al ritorno delle crociate, cioè verso l'anno 1040. In Francia l'atto più antico in cui se ne trovi fatta menzione è un diploma del 1105, nel quale si accorda ad una comunità religiosa il diritto di stabilire uno di que' mulini, detto ivi *molendinum ad ventum*. Nell'inferno di Dante si fa menzione del mulino a vento, e ne parlano ancora altri antichi scrittori, lo che mostra essere stato antico l'uso di quel congegno in Italia.

In Venezia sembra che il primo tentativo di stabilirvi dei mulini a vento si facesse

da un certo Bartolomeo Verde nel 1332, ciò risultando da un documento che leggesi nel registro *publicorum*, che era il nome di un gravissimo magistrato eletto nei vecchi tempi, per ricuperare quanto potesse essere stato usurpato di pubblico nel recinto di queste lagune. Il detto magistrato assegnavagli una somma ed un tratto di palude perchè si tentasse la costruzione di mulini a vento pel grano, ma non sembra che si avesse buon risultamento, dappoichè in appresso più non si vede parola dell' esito di quella impresa, e sappiamo d' altra parte non essere riusciti a buon fine al principio del presente secolo i mulini a vento stabilitisi alla punta di Sant' Antonio, malgrado che nella esecuzione di essi prendesse parte anche il celebre ingegnere Borgnis.

Quanto alla storia degli accessorii del mulino, è assai probabile che dapprincipio ciò che risultava dalla macinatura si mangiasse mescinto insieme, come alcuni rozzi popoli fanno anche presentemente; poscia si dovettè cercare un modo di separare le varie qualità dei prodotti con qualche grosso setaccio composto di piccoli rami uniti insieme, con un paniere di vimini o con crivelli. Tali utensili vedonsi ancora in uso presso i selvaggi, e vennero in appresso perfezionati. Gli Egizii facevano i loro setacci o buratti coi filamenti della pianta detta papiro o coi giunchi più minuti; i Greci adoperarono il papiro essi pure, gli abitanti della Spagna servivansi del filo, e quelli delle Gallie furono i primi ad impiegare a tal fine i crini del cavallo.

Premessi questi brevi cenni sulla origine delle varie specie di mulini e sull' uso di essi presso gli antichi, ci faremo adesso a parlare in particolar modo dei mulini moderni, prendendo in considerazione dapprima i motori che vi si impiegano, sotto l' unico aspetto però di questa speciale applicazione di essi, poscia la forma e disposizione delle macchine e degli accessorii dei mulini, secondo i metodi di macinatura cui devono servire, occupandosi sempre dapprima delle specie di mulini più comuni, vale a dire di quelli formati di due macine circolari, la superiore delle quali girando soffrega con la faccia inferiore contro l' altra che è immobile, riserbandosi poi di parlare delle altre specie di mulini da grano che vennero proposti od eseguiti.

In questo medesimo articolo del Dizionario si annoverarono quali sieno i motori che sogliono applicarsi ai mulini da grani, e quantunque a bella prima sembri indifferente la scelta della forza che gli anima, si è nullameno veduto come questa possa influire sulla qualità dei prodotti, per la regolarità che occorre nell' andamento dei meccanismi macinatori, e come per tale riguardo l' acqua ed il vapore sieno superiori a tutti gli altri di gran lunga. Fra questi due non vi hanno altri motivi per determinarsi ad una scelta, tranne quella dell' economia, bastando esaminare il costo di 100 chilogrammetri di lavoro dato dalle due forze, la quantità dei prodotti essendo in ambi i casi la stessa. Senza entrare pertanto in adesso a parlare della forma dei mulini, faremo solo alcune considerazioni sopra gli effetti dovuti a ciascun motore in particolare.

Mulini a braccia. Teoricamente non mancano buone ragioni per preferire agli altri i mulini a braccia dal lato economico. In vero, se il panattiere comperasse il suo grano e lo facesse macinare egli stesso, unirebbe insieme i vantaggi del mugnaio coi proprii, ed avrebbe la sicurezza di ottenere tutti i prodotti del proprio grano. I fittaiuoli che hanno molti dipendenti, queglino che hanno l' incarico di preparare il pane ai soldati, abbondano anche essi di braccia, una parte delle quali potrebbero utilmente applicarsi a tal uopo.

Inoltre bene spesso nelle campagne ed in caso di guerra non v' hanno mulini ad acqua che assai distanti, ed è molto incomodo l'allontanersi per trasportarvi i grani e riportarne le farine. Si fu perciò che molti mulini a braccia vennero più volte proposti, come se ne può vedere la storia in questo stesso articolo del Dizionario, e come qui ancora più innanzi diremo. Malgrado tuttociò per altro i mulini a braccia non trovarono grande favore, e ciò a motivo che la forza dell' uomo è sempre troppo costosa, e che d' altra parte non ha generalmente quella regolarità costante di effetto che è uno dei requisiti essenziali per una buona macinatura. Quindi i prodotti dei mulini a braccie sono sempre di gran lunga inferiori a quelli dei mulini ad acqua o a vapore. Ciò nullameno possono in alcuni casi eccezionali tornar vantaggiosi quando manchino gli altri mulini, come sarebbe per una città assediata, per le truppe in cammino nel caso di guerra, sulle navi destinate a viaggi di lungo corso ed in altre circostanze simili, nelle quali la mancanza di mezzi migliori obbliga a tollerare la imperfezion dei prodotti. Oltre a ciò molti di questi mulini a braccia, difettosi par la macinatura dei grani in farina, tornano utili per acciaccare quelli destinati al nutrimento degli animali.

Nel Dizionario si è detto quale grandezza abbiano ad avere le macine di questi mulini, secondo il numero di uomini che si applica a muoverli, quale sia la velocità da darsi a siffatte macine, e quale la misura dei prodotti che se ne ottengono.

Per lo più applicasi ai mulini la forza dell' uomo mediante un manubrio, e talvolta fecersi pure grandi mulini con un volante e con manubri a impugnatore di tal lunghezza da applicarvi otto a dieci uomini, disponendo sullo stesso asse parecchi di tali manubri, posti ad angoli diversi fra loro, e ciascuno capace di ricevere l' azione di due a tre uomini, acciocchè alcuni di questi fossero sempre nel punto in cui le loro forza è più vantaggiosamente applicata. Difficilmente tuttavia potevasi con sicurezza ottenere in tal modo che tutti questi uomini impiegassero uniformemente i loro sforzi, e che alcuni per inerzia non cercassero di risparmiare fatica non spignendo che poco o nulla i manubri, riuscendo per tal modo ancor più costosa una forza motrice già tanto dispendiosa di per sè stessa. Migliore partito è quello dei mulini a scaglioni o *steeping-mill* adoperati in Inghilterra, e nei quali si fan lavorare i prigionieri, imperciocchè ivi la pigrizia non può scansarsi dal lavoro per verun modo. Questa macchina, sperimentata la prima volta nel 1818 nelle prigioni di Bury, e poscia adottata anche in molte altre prigioni dell' Inghilterra, è composta di varie ruote cilindriche, del diametro di circa 5 piedi (1^m52), cui sono applicati su tutta la larghezza, che è di 20 e 25 piedi ($6^m,09$ a $7^m,61$) alcuni gradini di legno. I prigionieri collocati sopra una stessa linea, gli uni vicini agli altri ed a livello dell' asse, salgono lentamente quei gradini e col loro peso fanno girare le ruote, le quali poi col mezzo di ruote e rocchelli, mettono in moto tutto il meccanismo del mulino. Una spranga posta all' altezza delle braccia cui si tengono i prigionieri con le mani serve loro a stare diritti. I vantaggi di questo mezzo di applicazione della forza dell' uomo ai mulini, sono: 1.° che il lavoro non esige nè tempo nè destrezza per impararlo ed eseguirlo; 2.° che la azione risulta molto più regolare che in ogni altro modo, sicchè si può particolarmente valersene in qualunque sorta di manifetture, in luogo dell' acqua o del vapore, ed anche per la macinazione del grano, al quale scopo si applica nell' Inghilterra, dove si usa altresì per macinare le materie

per la birra, ed innalzare l'acqua che occorre per lo stabilimento; 3.° che i prigionieri non possono a meno di fare quel lavoro onde sono capaci, dovendo tutti lavorare ugualmente e continuare in proporzione alle loro forze; 4.° finalmente che, considerato qual mezzo di punizione, soddisfa assai bene al suo scopo essendo continuo, severo e temuto perciò da quelli cui viene inflitto. Quel lavoro continuo e monotono produce un terrore salutare, trovandosi leggeri gli altri castighi in confronto di questo che sembra lasciare una impressione indistruttibile. D'altra parte, siccome si ha in tal caso la forza senza alcuna spesa, così ritraesi un profitto considerabile da questa applicazione di essa. Si calcola che la introduzione di quel mulino nella casa di correzione di Nuova York, risparmii a questa città almeno 2,000 talleri destinati in addietro al consumo delle prigioni di quella contea. Le ruote del mulino colà adottato sono di tale larghezza che vi possono montare 16 uomini ad un tratto, e siccome la fatica è assai grande, così 16 altri si tengono sempre pronti a cangiare quelli che lavorano di otto in otto minuti. Questa istituzione tolse inoltre gli abusi esistenti nelle case di forza degli Stati Uniti, la cui amministrazione troppo indulgente contribuiva a viziare il colpevole procurandogli una specie di impunità ed a nutrire la indolenza di alcuni perversi i quali commettevano a bello studio qualche leggero delitto per ottenere nelle prigioni, specialmente nel verno, una esistenza più dolce di quella che avrebbero potuto procurarsi col proprio lavoro.

Non è da trascurarsi il riflesso del compilatore del Dizionario delle Origini stampato in Milano, il quale, dopo aver esposto questi vantaggi della introduzione dei mulini nelle prigioni, osserva che sarebbero di speciale importanza per la città di Venezia, ove non si ha altra forza disponibile per la macinatura dei grani, tranne quella che artifizialmente si crea con grave dispendio mediante l'azione del vapore.

Mulini ad animali. Alcune bestie essendo provvedute di una forza maggiore possono con più utilità essere applicate alla macinatura dei grani; tuttavia la loro azione non è mai abbastanza energica e regolare per macinare con la perfezione che occorre, inoltre questo motore è sempre troppo costoso per tale oggetto. Il modo come si applica la forza degli animali ai mulini più comunemente è quello di farli camminare in giro tirando una spranga infitta in un asse verticale che fa girare e che con opportune coregge od ingranaggi trasmette il moto alle macine. Si proposero a tal fine anche ruote inclinate con risalti sui quali avessero a spignere coi piedi i buoi camminando mano a mano che la ruota sfugge sotto di loro. Si sa però quanto faticoso e nocivo agli animali sia un tale mezzo di azione. In questo articolo del Dizionario (T. IX, pag. 15) si è veduto quale esser debba la grandezza e velocità delle macine, secondo il numero di animali adoperati a farli girare.

Mulini ad acqua. Una delle forze che più utilmente si applica al movimento dei mulini, e che si preferisce ad ogni altra, quando speciali circostanze nol vietino, è quella dei corsi o cadute di acque naturali od artifizialmente prodotte mediante sostegni. Non è quella che una delle molte applicazioni dell' Acqua come Motore, e perciò non ripeteremo quanto a quelle parole si disse in generale su questo proposito, e parimente rimanderemo all' articolo Marea (T. XXII del Supplemento, pag. 36) per quanto riguarda la maniera di trarre profitto dal vicendevole alzarsi ed abbassarsi periodicamente delle acque del mare. Ivi pure non che all' articolo Flusso (T. IX del Supplemento, pagi-

na 121) accennossi come mulini di questa fatta vi avessero nelle nostre lagune. Quando questi fra noi per la prima volta si istituissero non è facile stabilire, ma non può cadere dubbio che negli andati tempi non vi avessero mulini mossi dalla marea, a dimostrazione del che potrebbersi citare moltissimi documenti. Chiamavansi questi mulini *aquimoli*, voce antica, e nota nei secoli barbari. Il più antico documento in cui trovinsi ricordati gli aquimoli mossi dalla marea nelle lagune di Venezia non data che dall' anno 1044. In questa carta, appartenente al monastero di San Giorgio della Pigneda o, come ivi chiamasi, *de pineto de equilo*, si legge *duo aquimoli cum totis sibi pertinentibus aquis et cum uno fundamento salinarum* che erano posti nelle paludi vicine ad Equilio. Un altro istromento steso l' anno 1078 ne ragiona ancora più chiaramente. Un documento poi, il cui originale esisteva nella badia di San Giorgio maggiore, insegna molte cose intorno agli antichi nostri mulini marittimi. Si vede primieramente che a que' tempi in un luogo stesso comprendevansi più ruote o macine *(aquimoli)* come sovente si vede tuttora. Rilevasi che il fondo di un aquimolo era a guisa di isola o penisola fra le paludi, e aveva entrata, uscita, riva *(junctorio)* ed altro; che le acque pel cui corso giravano le ruote scorrevano in una specie di acquidotto o canale fatto ad arte, forse per accrescerne la velocità. Quegli stessi aquimoli od altri ad essi vicini nei contorni di Campalto trovansi nuovamente ricordati in uno stromento dell' anno 1079, col quale Pietro Foscari gli ipoteca insieme con altri poderi. Notabilissima ancora è in questo proposito una carta rogata nel 1107, *mense madii, inditione VII Rivoalti*, provandosi con essa chiaramente l' uso degli aquimoli nelle viscere, per così dire, della città ed in tempi non tanto remoti. In quello stromento Pietro Marino prende a livello per alquante libbre di olio da pagarsi ogni anno *unam petiam de terra vacuam positam in confinio sancti Panthaleonis*; e perciocchè quella terra confinava *cum lacu*, di ragione di essa chiesa, il quale risulta essere stato assai ampio ed aversi esteso fino *ad oram sanctae crucis*: si patteggia *quod si aliquo tempore de ipso suprascripto lacu aquimoli, feceris* (fa, cioè il pievano che dava a censo il terreno) *fundamentum salinarum, nos nullam lutrinam facere infra ipsum lacum nec habere debeamus per ullum ingenium, etc.*, cioè a dire *se vorrete cangiare in alcun tempo questo luogo ora di mulini, ad uso di saline*, ecc. Donde si vede esservi stati gli aquimoli non lungi dalla chiesa di San Pantaleone. In una carta del 1105 si fa menzione di altro lago con mulini di appartenenza del vescovado olivolense.

In quanto alla correnti o cadute di acqua, come già dicemmo nel Dizionario, se ne raccoglie la forza per trasmetterla alla macina girevole ed agli altri meccanismi onde si compone il mulino, col mezzo di RUOTE *a pale*, RUOTE *a cassette*, RUOTE *a reazione* e TURBINI. Rimettendo agli articoli che trattano specialmente di queste maniere d' impiegar la forza dell' acqua, qui basterà l' accennare le ruote a pale adoperarsi di preferenza per le correnti o per le piccole cadute, usando degli altri meccanismi accennati per le cadute maggiori; basterà notare come le ruote a cassette per prestarsi utilmente al loro offizio abbiansi a muovere con grande lentezza; quelle a pale possano farsi a moto più rapido assai, e finalmente le ruote a reazione ed i turbini possano dare tanta velocità da applicarne l' asse direttamente alla macina girevole. Per le ruote a cassette conviene invece trasmettere il moto accelerandolo mediante ingranaggi.

Due specie di mulini intorno ai quali non crediamo qui inutili alcune riflessioni sono quelli sulle barche e quelli pendenti, i quali non fecesi che accennare nel Dizionario.

La quantità di quelli sulle barche va tuttogiorno diminuendo, imperciocchè hanno gli inconvenienti d'imbarazzare la navigazione, di non poter lavorare nei grandi freddi a motivo dei pezzi di ghiaccio galleggianti che spezzerebbero le pale della ruota, ed altresì di essere più soggetti degli altri mulini agli inconvenienti delle siccità e delle piene. Inoltre le barche, essendo soggette alle continue oscillazioni cagionate dal moto delle acque, il meccanismo del mulino non è mai nello stato di stabilità conveniente, ed, in conseguenza, le macine sono sempre soggette ad alterazioni, le quali molto importa invece evitare per avere una buona macinatura.

Distinguonsi due sorta di mulini sulle barche.

1.° Quelli detti *mulini a doppio*, perciocchè hanno due ruote, una da ciascuna parte della barca, montate sopra lo stesso asse, e che così si prestano aiuto per dar moto ai congegni di un mulino. Questa costruzione è difettosa. Dappoichè l'acqua venendo a colpire la cima della barca è obbligata a dividersi e prendere naturalmente direzioni oblique che l'allontanano dai fianchi della barca, ed, in conseguenza, dalle ruote, che vengono colpite soltanto da porzioni della corrente, la cui velocità è diminuita per le deviazioni. Non essendovi gora nè cateratta non si può regolare la presa d'acqua nè il movimento del mulino, per conseguenza, nè si può fermarlo altrimenti che con un freno simile a quello che si adopera pei mulini a vento. Di più se la velocità della corrente non è uguale da ciascun lato della barca, come dee certo accadere massime al calar delle acque, una delle due ruote necessariamente camminerà più veloce dell'altra, ed in questo caso la ruota, che avrà minore velocità trascinata dall'altra, sarà in qualche modo obbligata a spignere l'acqua invece di essere spinta da quella, seguendone una grande perdita di forza.

2.° L'altra sorta di mulini sulle barche diconsi *semplici*, non avendovi che una sola ruota posta fra due barche. Questa costruzione non presenta gli stessi inconvenienti della precedente. Le due barche stabiliscono nello spazio compreso fra esse una specie di gora, la cui imboccatura, attesa la forma delle cime anteriori delle barche, è favorevolissima alla introduzione dell'acqua. Questa gora tiene una cateratta e per conseguenza si può con tutta facilità regolare ed accrescere il moto del mulino. Le due barche formano inoltre una base assai larga, col che tutto il meccanismo acquista quella maggiore stabilità che può comportare una siffatta maniera di costruzione.

I mulini semplici sulle barche sono adunque molto preferibili a quelli doppii; ma in generale i mulini sulle barche sono per ogni riguardo inferiori a tutti gli altri mulini.

I mulini pendenti, al pari di quelli sulle barche, costruisconsi sui grandi fiumi e girano del pari per la corrente dell'acqua, avendo per altro il vantaggio di essere sostenuti sopra palizzate di legno o pilastri di muro. Siccome anche essi hanno l'inconveniente d'inceppare la navigazione, così in questi ultimi anni molti ne vennero distrutti, e specialmente di quelli che erano stabiliti sui ponti, alla solidità dei quali nuocevano cogli scuotimenti prodotti. Avvene nullameno ancora buon numero, massime sopra i rami non navigabili dei grandi fiumi.

Come venne indicato nel Dizionario traggono il loro nome dalla necessità che

inducono di far sì che possa alzarsi od abbassarsi l'asse della ruota che trasmette il movimento. Questa condizione è indispensabile, poichè altrimenti nelle piene la ruota sarebbe sommersa, e nel caso che l'acqua fosse assai bassa rimarrebbe sospesa al di sopra della corrente. Per potere, come si disse, alzare o calare a volontà l'asse della ruota, è questa collocata sopra un forte telaio orizzontale C C (fig. 2 della Tav. XCIV delle *Arti meccaniche)* composto di travi di $0^m,38$ a $0^m,41$ di squadratura. Negli angoli di questo telaio sono travi o ritti verticali B che attraversano la impalcatura del mulino, e sono composti di travi grossi in un senso $0^m,16$ e $0^m,35$ nell'altro, e sostenuti ciascuno da una traversa che si appoggia sopra robuste viti di legno V (fig. 3) oppure sopra martinelli posti sul primo intavolato del mulino. Malgrado la rozzezza di costruzione delle viti, la esperienza sembra averle mostrate preferibili ai martinelli, il peso che questi devono sostenere essendo forte a tal segno che ben presto più non oppongono resistenza bastante. I ritti tengono alcuni fori distanti $0^m,16$ a $0^m,19$ gli uni dagli altri, e col mezzo di essi e di forti cavicchie di ferro D che vi si introducono si fissa all'altezza conveniente il telaio e quanto quello sostiene.

La ruota dentata di questi mulini è adattata alla ruota stessa ed ha per lo più circa 4 metri di diametro e 64 pinoli col mezzo dei quali ingrana in una lanterna o rocchello montato sopra un asse verticale di legno, della grossezza di $0^m,32$ in quadrato e lungo circa 8 metri, che serve di asse alla grande ruota interna che dà il moto alle macine ed a tutto il meccanismo. Questo asse verticale poggia anche esso sul telaio mobile, di modo che, come le altre parti, segue i movimenti d'innalzamento ed abbassamento che si dà alle ruote a pale.

La ruota dentata interna che dà il moto ad uno o più paia di macine ha per lo più un diametro di $3^m,3$; è guernita di 82 piuoli che ingranano su lanterne o in piccole ruote dentate poste sui grossi assi di ferro delle macine girevoli. Da ciò ne segue che la grande ruota dee essere immobile, vale a dire non può salire o discendere come il resto del meccanismo stabilito sopra il telaio. Per giugnere a questo scopo si fissa nel centro della grande ruota un mozzo cavo in cui passa liberamente e muovesi con facilità l'asse verticale che dee far girare la grande ruota. Quando il telaio è portato all'altezza conveniente, si fissa l'asse sul mozzo della ruota con forti biette di legno, le quali si devono togliere ogni qual volta occorra alzare od abbassare il telaio. Il mozzo è formato di un tronco d'olmo, e girando appoggia sopra un anello di ferro, o guernito di denti di cavallo, il quale tiensi unto diligentemente affinchè per l'attrito non si riscaldi a segno da far temere che appicchisi il fuoco.

La necessità, ogni volta che si vuole alzare od abbassare la ruota idraulica, di rimuovere la ruota dentata orizzontale che conduce i rocchetti dei mulini, e di poi fissarla con biette, come dicemmo, è un gravissimo inconveniente, attesa la condizione di doverla rimettere in centro ogni volta, perdendosi così molto tempo e correndosi rischio di danneggiare le parti della macchina. Cartier evitò questi disordini stabilendo un sistema di colonna mobile che permette di alzare od abbassare a volontà l'asse verticale senza spostare menomamente la ruota orizzontale nè alcuno degli ingranaggi che essa conduce. Per tal fine ad una cima dell'asse della ruota idraulica adottò una ruota ad angolo che ingrana con un rocchetto di ghisa, pure ad angolo, cui trasmette una velocità tre volte maggiore della propria. Questo

rocchetto è montato sopra un asse verticale di legno cerchiato di ferro alle cime. Quando s' innalza o si abbassa la ruota idraulica si innalza o si abbassa in pari tempo anche l' asse verticale, e ciò che esso porta, donde ne segue che il rocchetto ad angolo resta sempre ingranato con la ruota che lo conduce. Al di sopra del primo tavolato che attraversa l' asse verticale avvi una piatta-forma circolare di ghisa, la quale tiene all' interno di tratto in tratto guancialetti di bronzo premuti contro la circonferenza di una grossa colonna verticale di ghisa per tenere diritta questa colonna, permettendole di girare insieme con l' asse che la attraversa in tutta la sua altezza. Un disco di ghisa adattato sul secondo tavolato tiene simili guancialetti per abbracciare e guidare la parte superiore della colonna.

Verso la metà della colonna è adattata una ruota diritta orizzontale destinata a condurre i rocchetti delle macine. Questa ruota è quella che negli antichi mulini trovavasi attaccata direttamente sull'asse verticale; applicata invece alla colonna mobile si vede che ingranisce sempre con le ruote che essa conduce senza bisogno di spostare nè l' una nè le altre. Le due basi della colonna tengono aperture quadrate che corrispondono esattamente alla sezione dell' asse e lo lasciano quindi passare, permettendogli di salire e scendere senza obbligare la colonna a seguirlo nel suo movimento rettilineo, solo trascinandola seco nel moto di rotazione. Affinchè tuttavia questa colonna, che sostiene un peso assai forte, dovendosi aggiungere al suo proprio quello della ruota orizzontale, sia sostenuta abbastanza e possa girare a volontà, Cartier dispose alla sua base un sistema di rotoli di ghisa torniti accuratamente, e fissati su pernii di acciaio che sono portati da una parte da un cerchio interno di ferro, e dall' altra da punte a vite assicurate nel cerchio esterno. Questi rotoli girano liberamente sulla parte tornita conica della piatta-forma, e la base allargata della colonna poggia e gira alla sua volta su quelli, l'attrito riuscendo molto dolce e regolare.

La ruota idraulica, che ha per lo più 5^m a $5^m,6$ di diametro e larghezza pressochè uguale, deve essere solidissima, ricevendo scosse assai forti quando le acque sono alte ed al tempo dei ghiacci. Le pale, larghe 1^m e lunghe circa 3^m, devono essere sufficientemente forti per non piegare sotto l' impulso della corrente. Ordinariamente sono disposte in guisa da potersi riavvicinare più o meno all' asse della ruota, affinchè nelle grandi escrescenze, quando il telaio non può salire maggiormente, si possa diminuire il diametro della ruota abbastanza per continuare il lavoro. Può altresì avvenire che occorra levare totalmente le pale per evitare l' effetto dei ghiacci o delle inondazioni straordinarie.

La cateratta che chiude lo spazio in cui è stabilita la ruota idraulica sale anch' essa o scende come si vuole col mezzo di una ruota a verricello, o con un martinello disposto nel primo piano, mediante un telaio simile a quello che sostiene la ruota.

Una disposizione assai semplice e facile a regolarsi è quella che scorgesi nella fig. 4, dove A è una robusta intelaiatura che porta l' asse del rocchello B che trasmette il moto ai molini, ed una puleggia C su cui scorre una fune che solleva da una parte la ruota idraulica D, e dall' altra tiene un contrappeso E. Una trave F G è ad una cima infilata nell' asse stesso del rocchello B, intorno al quale, come centro, può liberamente girare. All' altra cima G tiene un dente che entra nella fenditura di una guida H, che è ad arco di circolo, col raggio uguale alla lunghezza del trave F G, dal punto in cui si infila nell' asse del rocchello B, a quello

dove è il dente sovraccennato. È chiaro pertanto potersi questa trave fare scorrere lungo l'arco H, e ciò si rende più facile mediante una corda legata ad un uncino posto alla cima del trave, passata sulla puleggia C, e caricata di un contrappeso E, come si disse. Ad un certo punto della trave F G è posto il pernio I della ruota idraulica D, e sullo stesso pernio I avvi pure una grande ruota dentata M, che va ad ingranire col rocchello B. Si vede che alzando od abbassando la cima G del trave F G, viene ad alzarsi od abbassarsi anche la ruota D, che è portata da quello, e che tuttavia a qualunque altezza ha sempre luogo esattamente l'ingranaggio della ruota M col rocchello B, che trasmette il moto al mulino. Facendo il contrappeso E uguale alla forza che occorre in G per sollevare tutto il sistema, rendesi il movimento assai facile. Questa disposizione giova specialmente per quelle acque che hanno variazioni di altezza limitate, ma assai frequenti.

Abbiamo parlato alquanto di queste due disposizioni delle ruote ad acqua nel presente articolo, perciò che è principalmente, e quasi in ispecialità, pei mulini che le si adoperano.

La quantità di lavoro dinamico necessario per la macinatura del grano viene assai differentemente fissata da diversi scrittori e meccanici, e volendo riferirsi alle indicazioni date dai molti autori od esperimentatori che si occuparono di tale oggetto, vi si troveranno contraddizioni che a primo aspetto scoraggieranno affatto da ogni fiducia. Questa grande varietà nei risultamenti ottenuti deriva da varie cagioni di grande influenza, alle quali non si è avvertito abbastanza. La maggiore o minore durezza dei grani e lo stato dei solchi delle macine, a spigoli più o meno vivi, recano differenze assai grandi nella quantità di grano macinato con la stessa forza, come già venne osservato; ma vi è un'altra causa la quale indusse in errore. I primi sperimentatori, avendo agito probabilmente sopra mulini le macine dei quali non erano state battute da lungo tempo, o non avendo fatto distinzione abbastanza fra la forza consumata dalle resistenze passive e quella impiegata per le resistenze utili, o finalmente avendo osservato macinature grossolane, indicarono numeri truppo deboli che indurrebbero in gravi errori chi volesse valersene pei calcoli relativi ai mulini attuali. È certo che in questi la perfezione degli organi di trasmissione fra l'asse motore e l'asse della macina cagiona la perdita di una minore frazione della forza motrice che negli antichi mulini; ma la macinatura in sè stessa esige una forza maggiore. Si comprenderà facilmente questa proposizione, quando riflettasi che per rendere paragonabili gli esperimenti non basta dire essersi macinato un ettolitro di grano di qualità conosciuta in un tempo dato, ma deesi esprimere altresì il grado di finezza della farina, ed è chiaro che s' impiegherà assai meno forza quando la farina sarà molto carica di tritelli che quando ne conterrà soltanto in piccolissima quantità.

Partendo da questa osservazione J. B. Viollet fecesi ad esaminare le indicazioni dei vari autori, e le paragonò con la forza di parecchi mulini che davano prodotti dei quali conosceva la qualità e la quantità. Da questa indagine credette poter concludere che per ottenere belle farine e macinare, a termine medio, un ettolitro di grano all'ora, le macine non essendo nè battute troppo di recente, nè troppo logore, i mulini essendo ben montati, sicchè gli ingranaggi di essi avessero tutta quella dolcezza che mai si poteva desiderare, occorre una quantità di lavoro di 200 chilogrammetri al secondo sull'asse della macina. Se, per ottenere migliori prodotti, si volesse macinare soltanto 3/4 di ettolitro

all' ora, il lavoro eseguito divenendo ancora più perfetto, la forza consumata non diminuirebbe proporzionalmente a dovrebbersi avera 175 chilogrammetri sull' asse della macina. A questa quantità sarebbero da aggiungersi quella che occorrono per far fronte alle resistenze passive, al movimento dei congegni pel nettamento dei grani, dei buratti ed altro.

Molti pratici hanno l' uso di chiedere tre cavalli per ciascuna macina senza accessorii, oppure quattro cavalli per ogni macina accompagnata dagli altri congegni. Si fa questo calcolo senza distinguere le qualità di biade da macinarsi nè tutte le altre circostanza che abbiamo indicate, e spesso perfino senza distinguere in qual punto del meccanismo abbia ad essere computata questa forza. Se si consideri avvenire bene spesso che la forza ricevuta teoricamente dalla circonferenza della ruota, riducasi nel trasmettersi all' asse della macina ad un 50 per o/o, ed anche meno in certe costruzioni difettose, è facile farsi un' idea della incertezza che questa valutazione presenta e della importanza cha vi è nei contratti di stabilire condizioni scevre di qualunque ambiguità.

Tommaso Fenwick, autore di quattro saggi sulla meccanica pratica, feca molte esperienze sui migliori mulini da grano per dedurre da pratiche osservazioni tavole che indicassero l' effetto di una certa quantità di acqua in un tempo dato che agisse alla parte superiore di una ruota di data dimensione. La quantità di acqua consumata dalla ruota misurossi sempre con la massima esattezza; il grano era in istato medio di secchezza, tutte la parti dei mulini lavuravano con attività media e le macine, del diametro di $1^m,22$ a $1^m,52$, facevano da 90 a 100 giri al minuto. Da questi sperimenti risultò che la forza necessaria per innalzare un peso di 136 chilogrammi con una velocità di $57^m,95$ al minuto, macinerebbe un boll, cioè ettolitri 1,41, di buona segala all' ora. A fine però di rendere le tavole seguenti ammissibili nella pratica, dove la costruzione è sempre più o meno imperfetta, Fenwick prese per dato 136 chilogrammi innalzati con una velocità di $63^m,75$ al minuto, cioè di 1/10 di più, e per macinare due, tre, quattro e cinque boll all' ora, stabilì essere necessaria una forza eguale a quella che può innalzare 136 chilogrammi con una velocità di $106^m,75$, $155^m,33$, $206^m,48$, $263^m,82$ al minuto.

Fece pure alcune esperienze per conoscere l' attrito del mulino quando camminava con sufficiente velocità per macinare due boll (2,82 ettolitri) di grano all' ora, ed in questo sperimento seguì il metodo che ora diremo.

Fece togliere tutto il grano che vi aveva nel mulino, e sollevò la macina superiore per guisa che nel suo moto di rotazione toccasse solo leggermente l' altra macina; poi si lasciò cadere sulla ruota une tale quantità di acqua che dessa col mulino vuoto la medesima velocità che quando poteva macinare due boll all' ora. Questa quantità di acqua era sufficiente per innalzare 136 chilogrammi con una velocità di $30^m,48$ al minuto, la quale misura tenne come quella della resistenza dovuta all' attrito. Siccome adunque la forza necessaria per macinare due boll all' ora, compresovi l' attrito del mulino, è eguale a quella necessaria per innalzare 136 chilogrammi con una velocità di $106^m,75$ al minuto, e l' attrito della parti in moto è uguale ad una forza che sollevasse 136 chilogrammi con una velocità di $30^m,48$ al minuto, così ne dedusse la differenza per queste due quantità che è di 136 chilogrammi innalzati con una velocità di $76^m,27$ al minuto, essere eguale alla forza impiegata per la macinatura, che è di circa i 2/3 della totalità.

Tavola della quantità d'acqua necessaria a macinare varie quantità di grano da 141 fino a 705 litri, col mezzo di ruote del diametro di 3^{m},05 a 9^{m},75 che ricevono l'acqua al dissopra.

Grano macinato all' ora	Acqua consumata al minuto con una ruota del diametro di					
	3^{m},05	3^{m},355	3^{m},66	4^{m},27	3^{m},96	4^{m},57
litri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri
141	35,68	32,01	29,74	25,61	27,51	24,29
211,5	47,94	42,90	39,63	33,60	36,59	32,23
282	60,88	53,93	49,53	42,09	45,81	40,59
352,5	73,40	66,01	60,97	51,76	56,02	49,49
423	85,99	78,22	71,55	61,33	66,19	58,57
493,5	179	91,44	83,54	71,87	77,41	68,24
564	115,36	104,69	96,11	82,22	89,62	77,85
634,5	131,25	119,22	109,32	93,52	192	89,30
705	147,19	133,66	122,58	104,69	113,23	138

Grano macinato all' ora	Acqua consumata al minuto con una ruota del diametro di					
	4^{m},87	5^{m},18	5^{m},48	5^{m},79	6^{m},09	6^{m},40
litri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri
141	22,29	20,79	18,61	18,10	17,80	16,80
211,5	29,51	28,51	27,01	24,97	24,06	22,71
282,	36,82	34,96	33,14	31,33	30,64	28,83
352,5	45,08	42,81	39,04	36,36	35,68	34,82
423,	53,39	50,71	47,85	45,43	42,90	40,86
493,5	62,65	59,02	55,71	52,89	50,39	48,12
564,	71,82	60,08	63,56	60,38	57,66	55,03
634,5	81,81	76,95	72,64	68,87	65,60	61,51
705,	91,84	86,53	81,72	77,50	73,68	70,23

Grano macinato in un' ora	Acqua consumata al minuto con una ruota del diametro di					
	$6^m,70$	$7^m,01$	$7^m,31$	$7^m,62$	$7^m,92$	$8^m,24$
litri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri
141	15,89	15,35	14,85	14,35	13,76	13,30
211,5	21,37	20,61	19,60	18,98	18,30	17,48
282,	26,97	25,88	24,74	23,61	22,88	21,88
352,5	32,78	32,12	34,50	28,83	28,01	26,92
423,	39,04	37,31	35,78	34,14	33,14	31,92
493,5	45,72	43,77	41,77	39,77	38,68	44,39
564,	52,35	51,03	47,67	44,72	44,27	42,68
634,5	59,61	59,11	54,66	52,21	50,44	48,58
705,	66,83	64,11	61,29	59,02	56,51	54,48

Grano macinato all' ora	Acqua consumata al minuto con una ruota del diametro di				
	$8^m,53$	$8^m,84$	$9^m,14$	$9^m,45$	$9^m,75$
litri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri	ettolitri
141	12,80	12,44	12,12	10,62	10,12
211,5	16,80	16,48	16,12	15,44	14,76
282,	21,02	20,65	20,29	19,34	18,43
352,5	25,88	25,59	24,74	23,61	22,52
423,	30,69	29,96	29,28	28,15	26,70
493,5	35,91	34,96	34,05	32,45	31,33
564,	41,09	39,95	38,95	37,55	28,84
634,5	46,76	45,63	44,63	42,68	40,88
705,	52,35	51,30	50,21	48,03	45,95

Per poter applicara la tavole precedenti a mulini le cui ruote ricevano l'acqua di fianco o di sotto, conviene paragonare gli effetti di queste due specie di ruote. Ora, dietro gli sperimenti di Smeaton, sembra che la forza necessaria perchè una ruota che riceve l' acqua al di sotto dia lo stesso effetto che una ruota che la riceva al di sopra, che è quella cui si applicano queste tavole, sia nella proporzione di 2,4 ad 1; e che la forza necessaria perchè una ruota, la quale riceve di fianco sopra un punto stabilito della sua circonferenza l' acqua che scende poi sulle pale produca lo stesso effetto che una ruota che riceva l' acqua al di sopra sia nells proporziona di 1,75 a 1.

Nell' articolo MOTORE in questo Supplemento (T. XXVI, pag. 448) si riferirono alcuni dati sulla forza realmente impiegata nella macinatura dei grani, e qui aggiugneremo la notizia di alcuni fatti osservatisi praticamente. Nella prima colonna si è indicato l' effetto utile che produceva il motore: così, a cagione d' esempio, per una ruota idraulica, i numeri della prima colunna indicano la quantità di forza effettivamente data dall' acqua alla sua circonferenza esterna; per una macchina a vapore, la quantità della forza trasmessa all' asse del volante, che si deduce dalla sua forza effettiva in cavalli moltiplicando questa per 75 chilogrammetri.

Natura delle macchine e dati generali	Quantità di forza data dal motore	Forza del motore in cavalli
Antico mulino alla francese, a Senelle vicino a Longuy.		
Diametro delle macine . . . . $1^{m},78$ Numero di giri delle macine al minuto . . . 70 Le macine erano battute di fresco, la macinatura facevasi con le macine vicinissime e i prodotti destinavansi ad una fornitura militare; venivano abburattati. Quantità di grano macinato all' ora . . . $118^{chil.},50$	252 .	3,34
Mulino all' inglese, a Lonjau vicino a Metz.		
Diametro delle macine . . . . $1^{m},30$ Numero dei giri di esse al minuto . . . . 80 a 100 Peso delle macine . . . . $1000^{chil.}$ Quantità di grano macinato da ogni paio di macine all' ora . . . . $100^{chil.}$ Macchine in attività { Due coppie di macine; Un frullone a spazzole; Un ventilabro	637 .	8,50
Macinatura all' inglese, a Regret, vicino a Verdun.		
Diametro delle macine . . . . $1^{m},30$ Numero di giri di esse al minuto . . . . 90 Quantità di grano macinato da ogni paio di macine all' ora . . . . 100 Macchine in attività. Due coppie di macine.	422	
Macchine accessorie per la fabbricazione delle farine, a Regret, vicino a Verdun.		
Macchine in attività { Due frulloni a spazzole; Un ventilabro Quantità di grano, la cui farina viene abburattata in 24 ore da ciascun frullone . . $750^{chil.}$	486 .	6,50

Mulini a vento. Quali sieno i vantaggi e i discapiti del vento considerato come forza motrice, si disse alla parola Motore (T. XXVI di questo Supplemento, pagina 363) ed in questo medesimo articolo nel Dizionario si vide quali inconvenienti siffatto motore presenti nella speciale sua applicazione alla macinatura del grano, inconvenienti che derivano pressochè tutti dalla grande incostanza ed irregolarità della sua forza. In alcune circostanze potrebbe pertanto tornare non inutile la proposta fattasi da Lorenzo Turchini di applicare la forza del vento a sollevare dell' acqua, perchè questa poi ricadendo facesse agire con ruote, turbini od altrimenti i mulini, avendosi così per mezzo del vento l' effetto regolare che si ha con l' acqua. Bene è vero che complicandosi vieppiù i meccanismi le perdite di forza sarebbero senza confronto maggiori; ma potrebbe non difficilmente verificarsi che in qualche data posizione si potesse avere con grande abbondanza la forza del vento, sicchè più non restasse da superare che l' obbietto della sua irregolarità. In tal caso sarebbe facile disporre in guisa le cose che continuasse l' innalzamento dell' acqua anche quando il vento fosse così leggero da non bastare certamente a dare l' impulso al mulino, e potrebbesi parimenti fare per modo che la quantità di acqua innalzata crescesse in proporzione alla forza del vento, e che il meccanismo potesse lasciarsi in azione anche quando l' impeto assai grande del vento renderebbe pericoloso il continuare il movimento del mulino, o per lo meno obbligherebbe a diminuire la superficie delle alie in modo da non raccogliere che pochissima porzione della forza. Trattandosi unicamente di sollevare dell' acqua potrebbesi con maggior sicurezza lasciar prendere all' asse che tiene le alie una assai maggiore velocità. In questi casi la vasca in cui si raccogliesse l' acqua innalzata farebbe l' offizio di serbatoio accumulatore e distributore di forza. Questa tramutazione dei mulini a vento in mulini ad acqua abbiamo creduto utile ad accennarsi nella speranza che possa tornarne utile l' applicazione in qualche caso.

Nel Dizionario venne sufficientemente descritta, con l' aiuto eziandio delle opportune figure, la maniera di costruzione della parte superiore dei mulini a vento, di quella, cioè, nella quale particolarmente differiscono dagli altri, e si è ivi pure indicato di qual maniera si faccia in guisa che questi mulini si orientino da sè, vale a dire presentino il piano inclinato in cui trovansi le sue braccia di contro precisamente alla direzione in cui soffia il vento, e come si possa con facilità, anche mentre il mulino è in moto, accrescere o diminuire la superficie delle sue ali, affinchè riesca proporzionata all' impeto del vento. Quella specie di mulini ivi descritta tuttavia, se da un lato sono incontrastabilmente superiori a tutti gli altri per la esattezza del loro lavoro e per la facilità con cui possono regolarsi, il molto loro costo, e la solidità delle costruzioni che esigono gli mette fuori della portata di molti e li rende non applicabili in quei luoghi dove la forza del vento non sia tanto frequente da compensare le spese della costruzione ed il mantenimento di quelle macchine. Perciò ricorresi spesso alla costruzione più semplice di mulini che si orientano a mano, ed i quali si stabiliscono o semplicemente talvolta in cima ad un grosso palo rassodato col mezzo di contrafforti o puntelli, o ad una base di muro con ossatura di legname al di sopra. Siffatte maniere di costruzione possono vedersi descritte nell'articolo Vento (*Mulini a*) (T. XIV del Dizionario, pag. 185), ove si vede come giri insieme all' albero delle alie tutto l' intero, mulino con una

scala che gira con esso, e con lunga spranga per imprimergli il movimento opportuno.

Si è detto nel Dizionario (T. IX, pagina 27) come siasi cercato di fare in guisa che oltre all' orientarsi da sè i mulini a vento regolassero altresì la superficie delle loro ali per modo che venisse aumentando o scemando in qualla proporzione che occorre pel scemare od aumentare della forza del vento, e come non si fosse riusciti ed ottenere questo intento, il pendulo conico non presentando efficacia sufficiente a tal uopo. Più opportunamente adoperossi quel congegno adattandulo invece che a regolare la superficie delle alia a proporzionare la resistenza opposta dal mulino, facendolo agire alla cima di una leva per guisa da alzare od abbassare quel guancialetto o bronzina sul quale è sostenuto e gira il pernio della macina superiore. In tal guisa, quando la velocità data dal vento al mulino oltrepassa un certo limite le braccia del pendulo conico allargandosi per la forza centrifuga abbassano la macina superiore, aumentando così lo sforzo necessario a girarla. Per contrario quando il mulino cammina lentamente di troppo le braccia del pendolo conico riavvicinandosi sollevano il guancialetto, e con esso il pernio e le macina superiore, e crescendo così la distanza fra le due macine diminuiscono la resistenza. Regolando opportunamente con ripetuti sperimenti il punto dove si colloca un contrappeso che sostiene tutto od in parte il peso della macina superiore, si giugne ad ottenere in tal guisa dal mulino una regolarità ed uniformità di movimento che se è ben lungi da quella dei mulini ad acqua e a vapore, è nullameno ben superiore al confronto degli altri mulini a vento.

In qual modo si calcoli la forza che danno questi mulini, dietro quali regole abbiansi a disporne la alie, e quale quantità media di lavoro si possa sperare dal vento, si è detto abbastanza nai due articoli addietro citati del Dizionario Mulino (T. IX, pag. 29) e Vento (*Mulini a*) (T. XIV, pag. 184.) Nel primo di essi si mostrò pure per quale cagione i mulini a vento orizzontali dieno a grandezza uguale forza senza confronto minore di quella dei mulini verticali, Smeaton assicurava i mulini ad alie orizzontali non avere che $\frac{1}{8}$ od un $\frac{1}{10}$ della potenza di quelli verticali, il quale calcolo tuttavia sembra dover essere al di sotto del vero, come fece osservare Brewster. In fatti Smeaton osserva primieramente cha dati due mulini a vento che abbiano ugoali dimensioni e l' uno dei quali sie orizzontale l' altro verticale, la forza di quest' ultimo è quattro volte maggiore di quella del primo, attesochè un' ala sola invece che quattro riceve l' azione del vento. Ma dimentica che le alie verticali sono disposte obblique alla direzione del vento. Si supponga quindi che l' area di ciascuna ala sia di 10 metri quadrati: la forza dell' ala verticale può riguardarsi come $10 \times \text{sen}^2\, 70^\circ = 88$ o circa, 70° essendo l' angolo comune della inclinazione. Essendovi però quattro alie verticali la forza totale di esse sarà $4 \times 88 = 3{,}52$ di modo che la potenza dell' ala orizzontale sta a quella di quattro verticali come 1 a 3,52 e non come 1 a 4. Inoltre il calcolo dello Smeaton, segue ad osservare il Brewster, si fonda sulla supposiziona che tutta la forza che agisce sulle alie verticali sia impiegata a far girare l' asse, mentre una parte considerevole di questa forza va perduta per la pressione che si produce dell' asse contro alla bronzina, circostanza sfuggita allo Smeaton. Tenendo conto di essa non si andrà molto lungi dal vero dicendo che, in teoria se non in pratica, la forza di un mulino a vento

orizzontale è circa 1/3 od 1/4 di quella di un mulino verticale, essendo uguale da ambe le parti la quantità di superficie e la forma delle ali, e tutte le parti di quelle orizzontali trovandosi ad uguale distanza dall'asse di quelle corrispondenti delle alie verticali. Ma se le ali orizzontali si pongono a qualche distanza dal centro invece che vicine ad esso, con la stessa superficie si avrà un effetto maggiore, e quindi la applicabilità di questo mezzo facile a farsi per le alie orizzontali e non per quelle verticali sarebbe un vantaggio a favor delle prime, le quali pertanto il Brewster crede meritevoli di essere studiate dai meccanici invece che lasciarle affatto in abbandono, come veniva di conseguenza dalle proposizioni dello Smeaton.

Dietro tali riflessi non sarà discaro che facciamo conoscere alcune costruzioni di questi mulini orizzontali.

Da gran tempo i Polacchi ne imaginarono uno di tal fatta che gira ad ogni vento, il quale, malgrado la minor forza che procura dei mulini verticali, presenta pure alcuni vantaggi che gli valgono su quelli la preferenza.

Per comprendere il modo come sia costruito, basterà la indicazione seguente. Si figuri una ruota cui siensi levati i cerchii, e che abbiasi imperniata sopra un asse fitto verticalmente in terra, per modo che la ruota giri orizzontalmente come la ventola d'un girarrosto comune. Si figuri quindi che dalla parte di ognuno dei raggi della ruota siensi inchiodate assicelle in posizione verticale, sì che il loro complesso abbia a rappresentare i fogli d'un libro aperto in parecchi luoghi ad un tratto, e collocato diritto sopra una tavola. Questo sistema, benchè mobile, non girerebbe altrimenti, quando pure una corrente d'aria venisse a percuotere le sue alie, attesochè, come è agevole di comprendere, il vento avrebbe il medesimo effetto per far girare la macchina in due opposti sensi, e ci sarebbe adunque equilibrio e quiete. Ma se per un'artifizio qualunque, prendere si facesse al vento una direzione che l'obbligasse a battere costantemente sulle ali da una parte, per esempio, a diritta, sarebbe rotto l'equilibrio, e la ruota girarerebbe pel medesimo verso tutte le volte che il vento soffiasse con forza sufficiente. Si pervenne a ottenera questi risultamenti con una disposizione semplicissima, di cui ecco il principio. Mettasi per un momento che il vento spiri costantemente nella medesima direzione: per obbligarlo a battere sulle alie a diritta soltanto, non avrebbesi che a piantar sul dinanzi, e ad una certa distanza dall'apparecchio, un tramezzo il cui piano fosse obbliquo alla direzione della corrente d'aria; l'effetto di questa disposizione verrebbe ad essere assolutamente lo stesso che quello d'un argine obliquo inclinato d'un fiume, che occupasse partendo da una riva, la metà del suo letto; è chiaro che la corrente dell'acqua andrebbe a battere fortemente contro la riva opposta. Siccome poi i venti possono spirare da tutti i punti opposti dell'orizzonte, così si piantano assiti o tramezzi obliqui al numero di sette od otto tutt'attorno alla ruota che porta le ali, i quali tramezzi si fanno, per risparmio, di pietre, di rottami, di cotto e simili. Questi muri, quantunque di poca grossezza, hanno tuttavia solidità che basta a sostenere un tetto di piote, di tegole e simili, onde si suole coprire il mulino. Una macchina di questa fatta servirà benissimo, se sia piantata in un suolo accessibile a tutti i venti; le ali dovranno farsi d'assi o di graticci intrecciati di vimini, di frasche ed anche di paglia. Sarà bene dare a queste ali, che saranno in numero di sei almeno, la maggior lunghezza possibile. L'asse girevole che porterà la ruota sarà confitto da un

capo nel mezzo di questa, e avrà l' altro capo armato d' un pernio sul quale girerà, mantenendolo in una positura verticale, col mezzo di un cerchio immobile che lo cingerà alquanto al di sotto della ruota. Quest' asse, che sarà introdotto in una buca praticata in terra, potrà a un bisogno portare la macina mobile del mulino propriamente detto, ma sarà meglio, quando le ali della ruota sieno ben lunghe, di trasferire il moto alle macine col mezzo d' una ruota dentata, che ingranerà in una lanterna che porterà l' asse della macina girevole. Si può avvicinarsi senza pericolo alle macine, anche quando la macchina sarà in moto, mediante una fossa scavata in terra di convenevole profondità. La costruzione d' un mulino alla polacca è poco dispendiosa, nè richiede molta intelligenza dal canto di chi volesse porlo in opera, e il condurlo quindi e governarlo, sono cose facilissime.

Data per tal modo la idea di uno dei mulini orizzontali più semplici ne faremo adesso conoscere altro più complicato imaginato da Beatson nell' Inghilterra e fatto eseguire a Margate dal capitano Hooper.

La fig. 5 della Tav. XCIV delle *Arti meccaniche* rappresenta una sezione verticale dell' edifizio una pianta del quale si vede nella fig. 6. H H sono i muri laterali di un edifizio ottagono che contiene il meccanismo; al di sopra di questi muri avvi una robusta ossatura di legname G della stessa forma dell' edifizio, legata alla cima mediante traverse di legname destinate a sostenere il tetto, non che il pernio superiore dell' asse A, il quale tiene tre braccia orizzontali B C D. Queste braccia sono rafforzate e sostenute da spranghe di legno poste diagonalmente, e le cime assicurate con chiavarde ai pezzi di legname ottagoni intorno ai quali sono fissate le pale E, a quel modo che vedesi nella fig. 6, così da formare una grande ruota simile a quelle ad acqua rimanendo, fra la sua circonferenza e l' edifizio un vuoto di o^{m},45 tutto all' intorno. Questo spazio è riempito da varie tavole verticali F che girano sopra pernii in alto ed in basso, disposte obliquamente, e che si coprono in parte l' una con l' altra, in guisa da chiudere interamente l' accesso al vento e fermare il mulino, facendo come un' involucro intorno alla ruota; però possono girare sul loro pernio per lasciar soffiare il vento in una direzione tangente sulle pale da un lato della ruota, mentre le pale dell' altro lato sono compiutamente riparate dal vento per l' involucro di tavole. La posizione delle tavole F è chiaramente indicata dalla fig. 6. Alla cima inferiore dell' asse verticale A avvi una ruota dentata *a* che fa muovere un rocchello *c* sopra un piccolo asse verticale *d*, il pernio superiore del quale gira in un pezzo sagliente fissato con una chiavarda ad un trave dell' impalcatura *n*. Al di sopra del rocchello *c* avvi una ruota dentata *e* che muove due piccoli rocchelli *f*, posti alle cime superiori degli assi *g* delle macine *h*. Al lato opposto della grande ruota a sprone *a*, avvi un altro rocchello destinato a muovere un terzo paio di macine che si mette in attività quando il vento è fortissimo, girando allora la ruota così rapidamente da non occorrere di far uso della ruota *e*, per dare alle macine la velocità necessaria. Il peso del grand' asse verticale è sostenuto da un forte trave *b*, con un pezzo di bronzo per ricevere il pernio inferiore dell' asse. Questo trave è sostenuto alla cima da altri travi incrociati, i quali entrano in incastri praticati nei pali diritti *b b*, come indica la pianta (fig. 6). L' edifizio è di muro è coperto di un tavolsto o tetto I, per riparare il meccanismo dalle intemperie. Per impedire che la pioggia si introduca pel foro ove passa

l'asse, è fissato al tetto un ampio cerchio K, cinto da un altro cerchio o cassa L, fissato alle braccia D della ruota. Quest'ultimo è di tal dimensione da oltrepassare esattamente il cerchio K senza toccarlo quando gira la ruota. In tal guisa la pioggia non può penetrare nel locale superiore M, che serve di magazzino per deporvi i grani. Una ruota i guernita di denti verticali su ambe le facce, è fissata al grande asse ed i denti di essa ingraniscono al disotto con un rocchetto posto alle estremità del cilindro *k* che serve a sollevare i sacchi. I due rocchetti *m m* (fig. 6) sono posti in moto dalla grande ruota *a*, e servono a far camminare il buratto e le macchine da nettare i grani che sono collocati sul tavolato N, ma che non si indicarono nella figura, essendo del resto simili a quelli di tutti i mulini a farina. I denti della grande ruota *a* non occupano tutta la larghezza del cerchio di questa ruota, ma ne lasciano libera una parte larga circa $0^{m},076$ guernita all'intorno di un largo cerchio di ferro fissato da un capo al ritto *b*, dall'altro attaccato ad una forte leva *n*, sicchè premendo su questa il cerchio di ferro abbraccia la ruota dentata e sospende il movimento. Può rallentarsi l'andamento del mulino chiudendo interamente od aprendo più o meno le tavole F, che avviluppano la ruota. Queste tavole vengono mosse tutte ad un tratto da un cerchio di legno collocato esattamente al dissopra delle cime inferiori delle tavole F sul tavolato I, cui ciascuna tavola si attacca mediante un'anelletto di ferro; questo cerchio di legno si fa muovere mediante una sega dentata ed un'asta che scende fino alla stanza dove sta il mugnaio acciò riesca a di lui portata.

La maniera di disporre le ali contro al vento imaginata da Beatson è forse la più semplice possibile. Compone egli ciascuna ala A I (fig. 7) di sei ad otto tavolette mobili A P, b^{1}, c^{2}, ec., che girano sopra le cerniere rappresentate dalle linee nere A P, b^{1}, c^{2}, in guisa che il lato inferiore b' della prima tavoletta oltrepassi la cerniera o l'orlo superiore della seconda, e così di segnito. In tal guisa quando il vento agisce sopra l'ala A I, ciascuna tavoletta farà forza sulla cerniera di quella posta immediatamente al di sotto, e tutta la superficie della alia sarà esposta alla azione; ma se l'ala A I gira contro al vento, le tavole gireranno sulle loro cerniere e non presenteranno al vento che i loro orli, come si vede in E G, di modo che la resistenza cagionata dal retrocedimento dell'ala sarà considerevolmente diminuita. La grande superiorità di forza che danno le alie quando sono nella posizione A I, mantiene un movimento uniforme. Calcolando la forza del vento sull'ala A I, e la resistenza prodotta dagli orli delle tavole in E G, Beatson trovò che quando la pressione sull'ala è di 850 chilogrammi, la resistenza che oppongono gli orli della tavole è soltanto di $16^{chil.},33$, cioè di $\frac{1}{52}$ di tutta la forza; ma trascura l'azione del vento sulle braccia C A e sui telai che portano le ali, perchè presentano la stessa superficie tanto nella posizione A I che in quella E G. Questa omissione induce in errore, in questo caso dovendosi paragonare tutta la forza che agisce sulle braccia e sull'ala con tutta la resistenza che oppongono queste braccia e gli orli delle tavole al moto del mulino a vento. Guardando la figura si scorge che se la forza che agisce sugli orli delle tavole, i quali da Beatson vengono portati al numero di 12, giugne a 16 chilogrammi, quella che si consuma per la resistenza opposta dalle braccia C D, D G, F E ed oltre non può essere minore di 27 chilogrammi. Ma poichè queste spranghe ricevono un uguale impulso quando le ali sono nella posizione A I, 850 + 27 =

877, sarà la forza comunicata all'ala I ed ai suoi accessorii, mentre la forza contraria che agisca contro le braccia e gli orli delle tavole quando girano contro il vento, sarà $16 + 27 = 43$, il che è presso a poco $\frac{1}{20}$ di 877 invece di $\frac{1}{72}$ che aveva dedotto dal suo calcolo Beatson. Ciò dimostra quanto sia più utile valersi di un riparo per guarentire dalla azione del vento l'ala che cammina contro la direzione di quello, anzichè ricorrere alle tavole mobili. Ciò nullameno vediamo essersi annunziato, e pare eziandio come nuova cosa, un mulino orizzontale, le cui ali volevansi così disposte a valvula dal canonico Cecconi nel congresso di Genova.

Mulini a vapore. Nessuno fra i motori dianzi accenuati presenta circostanze più favorevoli del vapore per la macinatura dei grani, siccome quello che produce qualsiasi potenza si voglia, bastando proporzionare alla forza occorrente la grandezza e la solidità della macchina, ed avendosi in massimo grado quella regolarità di movimento che vedemmo essere il principale requisito che domandasi nel motore per una buona macinatura. Non è che un ridicolo pregiudizio quello di alcuni panattieri e mugnai, i quali attribuiscono particolari difetti alle farine ottenute dai mulini a vapore, e principalmente quello di essere più facilmente soggette a riscaldarsi. La facilità con cui si regola e modera il moto, rende anzi i mulini a vapore ben ordinati superiori piuttosto che altro a quelli ad acqua medesimi dal lato della qualità dei prodotti. L'unico aspetto sotto al quale perdono il loro vantaggio i mulini a vapore si è dal lato economico pel costo così dell'acquisto della macchina, come, e più ancora, per la manutenzione di essa e pel molto combustibile che consuma. All'articolo Motore (T. XXVI di questo Supplemento, pagina 437), si è veduto però come si abbia motivo a sperare grande diminuzione in questa ultima spesa dagli avanzamenti delle arti coadiuvate dalle scienze, restando in allora senza dubbio tutta la superiorità ai mulini a vapore anche su quelli ad acqua. Malgrado però anche il loro costo attuale, vi sono alcuni paesi e circostanze nella quali i mulini a vapore tornano preziosissimi per la mancanza di acqua da sostituirvi. Senza cercare da lungi gli esempi ne abbiamo uno evidentissimo nella nostra Venezia, la quale, abbondando di vasti e ben forniti granai, non poteva trarre profitto dalle ricchezze di quelli se prima con brighe, dispendii, ed altresì non senza timore di defraudi non ispediva i grani in luoghi più o meno distanti perchè venissero macinati, in alcuni dei quali eziandio la forza dell' acqua riusciva incostante e veniva meno talora appunto nel momento del maggior uopo. Questa privazione riusciva ben più dolorosa e crudele se per qual siasi straordinario avvenimento la comunicazione con la terra ferma rimaneva interrotta, come se ne ebbero esempii a noi vicini nell'agghiacciamento della laguna nel 1789, e nel blocco del 1813. Nel primo caso in vero il veneto governo dovè accordare franchigie, incoraggiamenti e premii, cosicchè la speranza del lucro inducesse i villici dei vicini paesi ad assistere la città di vettovaglie, con incomodi e rischii notabilissimi; nel 1813 si studiarono i meccanici di imaginare mulini a braccia, verticali od orizzontali, conici, piani e di ogni forma, i quali però non davano, come già notammo di tutti i mulini a braccia, che imperfetti risultamenti e scarsissimi poi sempre in proporzione al bisogno della città, così che il valore del pane cresceva non poco, oltre che pel rincarimento del grano, anche per le difficoltà e per le ingenti spese della macinatura. La grandezza di questo bisogno indusse ad

introdurre fra noi quei mulini a marea a quelli a vento, onde si è in addietro parlato (pag. 29 e 32), spedienti il cui totale abbandono prova meglio di qualsiasi ragionamento quanto male corrispondessero allo scopo loro. Dacchè pertanto la meccanica andava veramente al possesso di una nuova forza illimitata, quasi può dirsi, come è il vapore, poteva considerarsi a ragione fra una delle più utili ed importanti sua applicazioni quella di prestarsi ai bisogni dei luoghi che come Venezia difettano di altre forze, e principalmente per la macinatura dei grani. Solo tuttavia nel 1833 sorgevano in Venezia i primi mulini a vapore, i quali, fondati da principio con due sole paia di macine, sarebbersi estesi ben presto vie maggiormente se avessero trovato quell' incoraggiamento che meritavansi, a per la grande importanza di quel primo tentativo a pel coraggio di quelli che mettevano in esso buona parte delle loro fortune. La mancanza di questo incoraggiamento, ed anzi la opposizione trovata sotto alcuni riguardi, fece cadere quella impresa, a sostituzione della quale sorsero però pochi anni dopo mulini a vapore costruiti con metodi anche in parte nuovi e diversi dagli ordinarii, i quali, malgrado il forte costo della mano d'opera e del combustibile fruttano, a quanto sembra, non iscarso compenso ed inviano anche da lungi i loro prodotti. Così, se non si ha più da temere l' isolamento pel gelarsi della laguna dacchè un ponte meraviglioso per la sua lunghezza corre sopra di quella, anche nel caso di blocco in cui venisse questo ponte guardato da nemici o in parte distrutto, se Venezia avrà grani non mancherà più di pane per mancanza del mezzo di macinarli.

Mostrato così quanto possa divenire importante in alcune circostanze l' uso dei mulini animati dal vapore, le parti di essi del resto non differendo quasi per nulla da quella dei mulini ad acqua, ai limiteremo a dare la tavola seguente nella quale sono indicate le dimensioni che dee avere il cilindro di una macchina a vapore comune per poter macinare ogni ora quantità di grano che variano da 141 a 1692 litri. Questa medesima tavola può ugualmente applicarsi a qualsiasi macchina a vapore più o meno perfetta, quando si conosca la relazione fra la potenza di essa e quella di una macchina a vapore qualunque, a se ne riducano i numeri in conseguenza.

Grano macinato all' ora	Diametro delle macchina capace di dare l' effetto voluto
litri	
141	0m,318
211,5	0 ,351
282	0 ,426
352,5	0 ,470
423	0 ,513
493,5	0 ,553
564	0 ,591
634,5	0 ,629
705	0 ,667
775,5	0 ,692
846	0 ,714
916,5	0 ,737
987	0 ,757
1057,5	0 ,790
1128	0 ,813
1198,5	0 ,846
1269	0 ,869
1339,5	0 ,895
1410	0 ,914
1480,5	0 ,947
1551	0 ,965
1621,5	0 ,986
1692	1 ,000.

Macinatura. Premessi questi brevi riflessi intorno alla scelta del motore pei mulini da grani, e venendo a parlare della macinatura propriamente detta, non troveremo chi ci nieghi per certo essere questa l'arte più intimamente legata all'agricoltura di tutte quelle che da esse dipendono. Interessa, di fatto, non solamente di far produrre alla terra la maggiore quantità possibile di quei grani preziosi che sono la base del nutrimento dell'uomo, ma altresì 1.° di trarre da questi grani: tutta la farina che essi contengono; 2.° di non alterare la qualità, la purezza, la bianchezza e la facoltà di panificarsi di questa sostanza; 3.° di separarla più esattamente che sia possibile dalla crusca, la quale non è che la scorza del grano; 4.° finalmente di applicare a queste varie operazioni i mezzi più pronti e più economici. Tali sono gli oggetti che si propone una buona macinatura. Tuttavia le arti più utili all'uomo sono spesso quelle che si trascurano maggiormente, e a quel modo che l'aratro rimase per molti secoli un informe stromento, così anche i mulini per lungo tempo si costruirono assai rozzamente. Allorquando il mulino era un diritto feudale, il progresso era impossibile, mentre i prodotti stimavansi sempre buoni abbastanza pei vassalli. La libertà commerciale venne a distruggere tali inceppamenti, e diede alle arti agrarie un impulso cui quella del mugnaio non poteva rimanere straniera.

Il grano. e particolarmente quello del frumento, del quale in particolar modo ci occuperemo, è composto di varie sostanze le une più dure e più ruvide, le altre più fine e più molli; dalla macinatura più o meno diligente e perfetta risultano pezzi larghi e sottili a guisa di foglie, e sono la *crusca*; parti spezzate, ma non macinate, granulari, e sono i *tritelli bianchi*, *grigii* o *bigi*, secondo che non contengono crusca, ne contengono poca o molta; finalmente una polvere molto fina, ed è quella che si dice propriamente *farina*. Ci occuperemo adesso dei mezzi diversi impiegati per ottenere questi prodotti, prima nei *mulini comuni*, poscia in quelli *a macinatura economica*, finalmente in quelli detti *americani* o *all'inglese*. La superiorità di questi ultimi, essendo ormai generalmente riconosciuta, accenneremo soltanto le altre due specie di mulini, notando ciò che hanno di particolare che li distingue, rimandando al luogo dove tratteremo dei mulini all'inglese per quanto si riferisce alla descrizione delle varie parti del molino e dei suoi accessorii.

Mulini comuni. Questi mulini adoperati tuttora comunemente, e fra noi in ispecialità, sono i più semplici di tutti, ma altresì i più grossolani e difettosi, consistendo semplicemente in un sistema di due macine, quella di sotto stabile, che dicesi *fondo*, e quella di sopra girevole, che si dice *coperchio*, con una tramoggia che lascia poco a poco cader il grano al di sopra. Quali sieno i difetti di questa specie di mulini, si è detto a questo articolo nel Dizionario, dove si vide come sieno anche per lo più rozzamente eseguiti (T. IX, pag. 16), e come rimanga nella crusca una parte di tritelli e di farina, che difficilmente si separa poi col frullone (pag. 7). All'articolo Macinatura poi del Dizionario medesimo (T. VIII, pag. 96) si è detto come abbiasi a regolare la distanza delle macine, perchè frangano il grano a dovere senza macinare anche la crusca; come giovi che il grano abbia una leggera umidità, come il frullone a spazzole sia preferibile agli altri, per lasciare nella crusca la minore quantità possibile di tritelli e di farina; finalmente quale sia la proporzione media dei varii prodotti che con questi mulini si ottengono.

L'uso generale suaccennato, che pur

troppo sussiste, dell'uso di questi rozzi ed imperfetti mulini ne induce a darne una idea, rappresentandone uno nella fig. 1 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*.

L'asse motore P tiene una ruota dentata di legno F che ingrana coi fusi della lanterna E, montata sull'asse u che poggia sopra la bronzina Z stabilmente fissata, e sostiene, mediante il ferro e, la macina girevole o coperchio C, trascinandola seco nel suo moto di rotazione. Il grano viene versato nella tramoggia A, sotto la quale è disposta una cassa rettangolare B leggermente inclinata ed aperta dal lato inferiore. Questa cassa è sostenuta da due piccoli verricelli *c c'*, mediante i quali si può avvicinarla od allontanarla dalla tramoggia, e così rallentare od accelerare lo scorrimento del grano. Inoltre la cassa B tiene un dente che, poggiando sulla macina, riceve un moto di oscillazione, il quale fa discendere il grano che la inclinazione della cassa non basterebbe a lasciar cadere. Il grano introdotto nell'apertura della macina superiore s'impegna fra questa e la macina inferiore o fondo D, e viene schiacciato e franto nel passare fra le superficie delle due macine. Il prodotto della macinatura discende poscia nel buratto *p* chiuso nella cassa G. Alcune alie fissate al di sotto della lanterna E battono regolarmente la spranghetta *s* fissata perpendicolarmente all'asse *r* montato sopra due pernii. Un'altra spranga *q*, fissata anch'essa sull'asse *r*, trasmette al buratto le scosse. Basta visitare uno di questi mulini per iscorgere le continue cure e lavori che esige, il disordine che presenta per la perdita della farina che si sparge dovunque, e lo strepito incomodissimo che produce. Questa macchina è un resto dell'infanzia dell'arte, e ben si palesa la sua rozzezza ed imperfezione quando si paragoni coi moderni mulini che descriveremo in appresso.

Mulini a macinatura economica. Questa specie di macinatura venne inventata da Pigeaut, mugnaio a Senlis, e, dopo aver dovuto superare parecchi ostacoli che gli opponevano l'invidia e l'effetto dell'abitudine, si estese molto in Francia, ove riguardossi come la migliore di ogni altra per molto tempo, e dove praticasi tuttora con qualche estensione. Ciò che principalmente la distingue dai mulini comuni, dei quali abbiamo dianzi parlato, è che il grano ripassa più volte fra le macine, assoggettandosi di nuovo i tritelli alla macinatura, ed ottenendone una bella farina che dicesi *farina di tritelli.* Appena si può credere oggidì che per lungo tempo siasi proibito l'uso della farina di tritelli; ma gli statuti dell'arte dei panattieri di Parigi, istituiti dietro gli ordini delle autorità superiori, proibirono per lungo tempo espressamente l'uso dei tritelli nella fabbricazione del pane, dichiarandoli *indegni di entrare nel corpo umano.* Questo errore dimostra che se sono necessarie leggi le quali reprimano l'eccesso della cupidigia su tutto ciò che riguarda la salute pubblica, non si può abbastanza deplorare gl'inconvenienti delle disposizioni proibitive adottate senza ben fondato motivo. Quella onde parliamo ritardò per molto tempo l'adottamento di un'utile invenzione, ed il perfezionamento dell'arte del mugnaio in generale. In vero, anche oggidì, quando alla macinatura economica si preferisce quella americana o all'inglese, si è pure universalmente adottato il principio di macinatura dei tritelli, con questa sola differenza che laddove Pigeaut cercava di ottenere una gran copia di tritelli per macinarli separatamente, oggidì invece si cerca che nella macinatura se ne producano meno che sia possibile.

Quantunque, come abbiamo accennato, i ripetuti passaggi fra le macine sieno il principale carattere, e, a dir così, distintivo

della macinatura economica, pure altri vantaggi recò a miglioramento dei mulini comuni, imperocchè, come abbiamo veduto nel Dizionario, vi avevano in essa meccanismi che nettavano il grano innanzi alla prima macinatura, e dopo questa buratti che separavano le farine dalle crusche, dai cruschelli e dai tritelli, per macinare questi ultimi, la necessità di averli ben separati e distinti inducendo a perfezionare i buratti, i quali nella macinatura economica erano il principale accessorio, e contribuivano in qualche modo ancora più delle macine alla perfeziona delle farine.

Un breve cenno della serie successiva di operazioni che subiva il grano nella macinatura economica, si è dato nel Dizionario (T. IX, pag. 7); qui entreremo in alcuni altri particolari sul numero delle macinature e sui prodotti di ciascuna di esse.

Lo scopo della macinatura economica era quello di fare la migliore farina, di averne la maggior quantità possibile, di nettare la crusca senza ridurla in polvere, e di separarla con tale esattezza che non ne rimanesse la minima parte. Per tal fine il grano, nettato perfettamente da parecchi crivelli posti nel piano superiore del mulino, giugneva fra le macine, e da queste cadeva nel buratto chiuso in una cassa, dove separavasi una prima farina detta *farina di grano*. Un crivello posto nel piano inferiore della cassa del buratto lasciava passare i *tritelli da rimacinarsi*, i quali, passati fra le macine, davano una farina di qualità superiore che si chiamava *farina dei primi tritelli*. Questa seconda operazione produceva ancora tritelli da rimacinarsi, i quali, passati pel mulino, davano una farina meno buona delle due prime che dicevasi *farina dei secondi tritelli*. In questa operazione avevansi tritelli bigii, i quali, passati di nuovo fra le macine, davano una farina bigia, detta *farina dei terzi tritelli*; poi finalmente questa dava ancora un ultimo residuo che, macinato da capo, si diceva *farina dei quarti tritelli*, sicchè la macinatura economica facevasi mediante cinque operazioni successive, le quali davano quel prodotto che si è veduto nel Dizionario all' articolo Macinatura (T. VIII, pag. 97). Negli anni in cui il grano era in molto valore alcuni mugnai ripetevano la operazione fino a sette volte, assoggettandosi in tal guisa alle macine anche le crusche ed i cruschelli per ridurli alla tenuità necessaria per la panificazione; ma, come è naturale, i prodotti di queste ultime rimacinature erano di pessima qualità. La lunghezza del tempo e delle cure necessarie per questi ripetuti passaggi del grano e dei tritelli fra le macine, non fu l' ultima delle cagioni che condussero a preferire la macinatura all' inglese a quella economica.

Macinatura americana o all' inglese. La macinatura si opera in questi mulini con grandissima semplicità, e consiste nello schiacciare tutto il seme ad un tratto in maniera da staccare le parti farinose, sicchè poi basti separarle dalla crusca con opportuni frulloni e buratti; distingua questi mulini da quelli a macinatura economica il passarsi una sola volta il grano framezzo alle macine, e li distingue poi da quelli comuni il piccolo diametro di queste macine stesse e la molto maggiore velocità onde sono animate, non avendo che il diametro di $1^{m},30$, ma facendo 120 giri al minuto, e dovendo essere molto riavvicinate per produrre meno tritelli che sia possibile. Differiscono pure alquanto dagli altri mulini pel modo con cui se ne regola la battitura delle macine, come vedremo. I loro principali vantaggi sono: 1.° che fanno più lavoro in un dato tempo dei mulini comuni e di quelli a macinatura economica; 2.° che il grano riscal-

dasi meno nel passare sotto alla macine; 3.° che danno copia maggiore di prodotto e di miglior qualità; 4.° che la farina meglio divisa dà un pane più nutritivo e di migliore sapore. Siccome poi si è detto che nei mulini a macinatura economica si erano grandemente perfezionati i meccanismi accessorii, sicchè per essi venivano ad essere eseguiti dal motore stesso generale del mulino molti di quei lavori che nei mulini comuni si fanno a braccia di uomini, così nei mulini all' inglese queste perfezione si spinse ancora più oltre, e il tutto si fa dietro il sistema automatico, cioè, sostituendo la forza di motori inanimati a quelle dell' uomo. Con questa macinatura 100 chilogrammi di frumento di mezzana durezza ben netto danno 58 chilogrammi di farina da pane bianco, 15 di farina proveniente dal buratto a spazzole, e che si adopera pel pane non bianco, 25 di crusche e cruschelli e 2 di calo.

Premesse queste generali notizie sui mulini all' inglese, prenderemo adesso ordinatamente in esame tutte le varie parti essenziali ed accessorie dei mulini, delle quali ci siamo qui riservati di parlare per evitare inutili ripetizioni, quantunque alcune di queste parti abbienvi ancora nei mulini comuni e più in quelli a macinatura economica. Le operazioni adunque che si fanno nei mulini all' inglese, esposte con l' ordine con cui susseguonsi, sono le seguenti: l' innalzamento dei grani; il nettamento ed altre preparazioni dei medesimi; la macinatura; le preparazioni della farina e l' abburattamento principalmente. Innanzi tuttavia che trattere separatamente di queste operazioni, esporremo alcune riflessioni sul modo di stabilire la ossatura o intelaiatura, che dir si voglia, dei mulini, ed i mezzi di trasmettere il moto alle varie parti di esse.

Chiamiamo *ossatura* od *intelaiatura* del mulino quella parte stabile che porta tutti i pezzi mobili del meccanismo. In alcuni mulini la ossatura è di legname, in altri di pietre, in altri è parte di ghisa e parte di pietra, ed in molti è quasi tutta di ghisa.

Le ossature di legname non si applicano in generale che a mulini di due a tre paia di macine. Quanto alla costruzione, sono di necessità più economiche; costano meno a stabilirsi, e vengono perciò preferite da quei proprietarii o da quei mugnai cui interessa impiegare meno capitali che sia possibile nello stabilire il meccanismo della loro officina. Ma convien confessare questa maniera di ossatura non riuscire mai tanto solida, nè presentare quella stabilità che danno quelle di ghisa od anche di pietre: ha inoltre l' inconveniente che, essendo legata coi muri o con le travi dell'edifizio, segue i cedimenti che in questi avessero luogo; finalmente riceve vibrazioni più o meno forti durante il lavoro delle macine, e può da queste venirne differenze di livello, le quali, impercettibili a bella prima, diverrebbero talvolta sensibilissime, se non vi si ponesse rimedio.

Le ossature di pietre o di ghisa non presentano i medesimi inconvenienti avendo tutta la possibile solidità quando sieno costruite a dovere. In molti luoghi l' uso delle pietre può non convenire, riuscendo infinitamente più care che le ossature di legname che vengono preferite: invero le basi di pietra hanno lo svantaggio di formare una massa multo pesante che esige maggiore spazio, nasconde una gran parte del meccanismo propriamente detto, e talvulta rende difficile l' accesso a questo.

Le ossature di ghisa, non solamente sono le più solide, ma altresì le più eleganti, le più spaziose, ed hanno inoltre il vantaggio di essere affatto staccate dalla costruzione stessa dell' edifizio, lasciando scoperto tutto il meccanismo, e permetten-

do di girare facilmente intorno alle parti di esso: è però a dirsi che il costo di prima esecuzione riesce di necessità assai maggiore, massime se si vogliano tornire le colonne ed i piedestalli.

La comunicazione dei movimenti fra i varii meccanismi dei mulini suole farsi per lo più mediante ingranaggi; ma io alcuni cominciasi tuttavia ad applicarvi le coregge eterne. Crediamo utile parlare dei due sistemi per potere distinguere le circostanze proprie di ciascuno di essi, ad in conseguenza, adottare l' uno o l' altro secondo i casi. Per avere buoni risultamenti con macine del diametro di 1^m,30, solcate e battute all' inglese, dicemmo essersi riconosciuta conveniente una velocità di 110 a 120 giri al minuto, oltrepassando la quale, s' incorre nel rischio che la farina si riscaldi e diminuendola si fa minore lavoro. Ben si comprende adunque che quando il motore cammina con pochissima velocità, come è della maggior parte delle ruote idrauliche verticali, le quali spesso fanno soltanto tre a quattro, o, tutto al più, cinque giri al minuto, occorrono parecchie trasmissioni di movimento per giugnere a quella delle macine, e se questa trasmissione dee farsi interamente cul mezzo d'ingranaggi, si calcola che occorra una tripla combinazione di ruote per giugnervi. Quando la velocità del motore è grande, come quella dei turbini, o ruote orizzontali, e quella delle piccole ruote a cassette o delle ruote alla Poncelet, una doppia combinazione di ruote può bastare. Se le trasmissioni dal moto devono essere fatte da coregge, la prima comunicazione, partendo dal motore, si fa con ingranaggi diritti o ad angolo, e la seconda mediante pulegge disposte orizzontalmente sopra assi verticali. La trasmissione del moto con le coregge non è sempre più semplice, è più economica di quella cogli ingranaggi, quand' anche il motore fosse simile affatto, e nelle medesime circostanze: è bensì vero che le coregge vantaronsi come utili, specialmente per la maggior dolcezza dei movimenti, essendosi in fatto riconosciuto che con pulegge abbracciate da coregge il moto delle macine è dolcissimo, della massima regolarità, non producendosi strepito alcuno; paragonandole quindi a sistemi d' ingranaggi non molto esatti, si viene indotti a dare la preferenza alle prime. Nello stato attuale però dell' arte del costruttore di macchine queste ragioni cadono da sè, e non possono essere menate buone, attesochè gl' ingranaggi ben divisi e tagliati, quali si possono fare presentemente, camminano con la stessa regolarità, la stessa dolcezza e lo stesso silenzio che le coregge scorrevoli sopra pulegge esattamente tornite; questi ingranaggi non provano alcuna scossa, le dentature loro essendo di tanta regolarità ed esattezza da potersi paragonare alle ruote degli oriuoli, essendo tagliate sopra macchine a piatta-forma, le quali presentano in grande la stessa esattezza e lo stesso rigore geometrico che si nota in quelle piccole per le ruote degli oriuoli.

Se adunque si paragonano mulini a coregge con mulini od ingranaggi ben fatti, non si troverà alcuna differenza nei movimenti; lo strepito, le scosse non saranno più sensibili in un sistema che nell' altro, e quanto alla costruzione ed al mantenimento, spesso avverrà che i mulini a coregge costino più di quelli a ingranaggi. Il vantaggio che rimane sempre ai primi si è la possibilità di arrestare o porre in moto a volontà qualsiasi paio di macine senza fermare il motore.

Nel caso in cui si abbia una ruota idraulica, la quale faccia tre o quattro giri al minuto, è indispensabile una tripla combinazione di ruote, come dicemmo, per trasmettere il moto alle macine, sicchè queste facciano 120 giri; altrimenti con-

verrebbe adottare rocchetti troppo piccoli o ruote troppo grandi, donde ne verrebbe un doppio inconveniente, attesochè i rocchetti troppo piccoli si logorano prontamente e producono pressioni laterali considerevoli sui loro assi, e le ruote molto grandi divengono difficili a costruirsi. In generale, per trasmettere movimenti di molta forza, è cosa essenziale di non passare la relazione di 1 a 6 fra il rocchetto e la ruote che lo conduce, e val meglio che questa relazione sia di 1 a 4, o meglio ancora, se facciasi di 1 a 3.

Innalzamento dei grani. Al giugnere del grano in sacchi al mulino, la prima cosa cui occorre pensare si è il trasporto di essi fino a quel sito donde li prende la macchina che dee innalzarli. Allorchè il grano giugne in sacchi, torna assai comoda per questo trasporto la carriuola, della quale diamo il disegno, vista dall' alto ed in alzata, nelle figure 2 e 3 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*, la quale ha il grande vantaggio di avere le ruote all' interno, occorrendole così meno spazio per camminare, lo che torna molto utile nei magazzini stivati folti di grano. Inoltre il suo labbro anteriore A essendo alquanto inclinato, come vedesi nella fig. 3, sollevando i manichi B, se lo riduce al diritto del suolo, sicchè vi forma un piano inclinato sul quale con poca fatica si carica il sacco, e premendo poi sulle braccia B, che formano una lunga leve, lo s' innalza facilmente, e trasportasi là dove occorre per iscaricarlo con uguale facilità sollevando di bel nuovo i manichi B. I sacchi si portano così con poca fatica nel luogo dove è il meccanismo destinato al loro sollevamento fino alla parte superiore del mulino, donde scendendo subiscono le varie operazioni della macinatura. Di questo meccanismo pel sollevamento dei sacchi di grano fecesi qualche cenno nel Dizionario, indicandone l'applicazione nella figura ivi datasi del mulino moderno. Qui però gioverà farlo meglio conoscere.

Il suo effetto è sempre quello d' innalzare ciascun sacco appena chi lo ha attaccato tira una corda destinata a far ingranire un rocchetto od a premere una coreggia che comunica il moto; questo secondo sistema è superiore al primo, nel quale l' urto che si produce all' atto in cui entra in presa l' ingranaggio presenta diversi inconvenienti e cagiona talvolta rotture. Quanto al modo di attivare o no la comunicazione del movimento col mezzo di una coreggia, ciò si può fare mediante due puleggе, una fissata sull'asse, e l'altra folle che gira liberamente su quello, e su cui mantiensi la coreggia mentre è in riposo la macchina che solleva i sacchi. Siccome però questo congegno obbliga la coreggia a girare continuamente, così avvi una inutile perdita di forza, ed in generale amasi meglio lasciare la coreggia abbastanza lenta, perchè rimanga immobile quando non si adopera quel meccanismo. Quando si vuol metterlo in attività, tendesi la coreggia, facendovi premere contro un rotolo portato da una leva a squadra: in tal guisa il lavoro dell' innalzamento dei sacchi, assai lento e faticoso quando venga eseguito da uomini, si compie dalla forza stessa del motore del mulino. Cercheremo di far meglio comprendere questo congegno dandone a parte il disegno nella figura 4 della Tavola dianzi citata.

T è un verricello sul quale si avvolge un cavo della necessarie grossezza. Alla estremità di questo verricello e sullo stesso suo asse avvi una puleggia P, su cui passa una coreggia allentata che corrisponde anche ad altra puleggia di minor diametro P', posta in moto dagli ingranaggi E. Attaccato che abbiasi il sacco al cavo per farlo salire, mediante il braccio R si fa girare l' asse B, il quale tiene un braccio con rotolo che, premendo sulla coreg-

gia eterna anzidetta, la tende così che il movimento della puleggia P' viene a trasmettersi alla puleggia P, quindi al verricello T. Quando il sacco è giunto alla altezza voluta, si cessa dal premere sul braccio R, e togliendosi con ciò la pressione del rotolo sulla coreggia, questa si allenta, nè più comunica il moto alla puleggia P ed al verricello T.

Talvolta o ricevesi il grano altrimenti che in sacchi, o vuotansi questi al basso, innalzando poscia il grano con altri mezzi. Allora pel trasporto da un punto all'altro del piano inferiore del mulino, cioè dal sito dove si scarica il grano a quello donde viene preso per essere innalzato, si adopera il meccanismo che vedesi nella fig. 5, ed è una vite eterna orizzontale formata di due spire sottili e saglienti disposte ad elice, e che viene posta in moto in un truogolo. Il grano da trasportarsi mettesi a un capo di questo truogolo, e la vite girando lo porta all'altro capo, ed ivi lo vuota in una cassa sottoposta. Questa maniera di trasporto, oltre che pel grano, si adopera anche per le crusche, per le farine o simili, ogni qualvolta occorre portarle da un punto all'altro. Adoperansi anche talvolta per questo medesimo scopo coregge eterne poste in moto da due pulegge, i cui assi sono presso a poco nel medesimo piano orizzontale, e che si guerniscono di piccoli raschiatoi che trascinano seco il grano od altro, e lo trasportano da un capo all'altro del truogolo. Per sollevare i grani così sciolti si adopera una specie di noria o catena a cassette di cuoio o di latta, assicurate sopra una coreggia od una catena eterna che ravvolgesi su due tamburi, uno dei quali riceve dal motore il movimento di rotazione opportuno.

Nettamento ed altre preparazioni del grano. Il grano, quale viene fornito dalla coltura della terra, è per lo più molto impuro, essendovi mesciuti grumi di terra, semi stranieri, polvere, paglia ed altre immondezze; inoltre ciascun grano ha una resta ruvida ed una stria od incavo, nel quale si raccoglie la polvere mentre è ancora sul campo, e che si aumenta nel raccoglierlo e nel trebbiarlo. Interessa pertanto nettarlo da queste impurità, quando si vogliano poi con la macinatura ottenere buoni prodotti, e la forza impiegata per muovere i meccanismi destinati a tal fine è ben compensata dalla perfezione che si ottiene nei prodotti.

Ciascun mulino adotta pel nettamento dei grani combinazioni più o meno svariate, secondo la forza e lo spazio onde può disporre. Gli stromenti più moderni e più comuni sono il cilindro verticale, il cilindro orizzontale, il ventilabro a parecchie ali, il buratto a martelli, i crivelli inerti e la disposizione delle correnti d'aria. Lo snettamento si fa nel passaggio del grano dal piano più alto del mulino fino a quello delle macine, ed in questo passaggio medesimo viene spesso ripreso e fatto risalire da catene o norie rimontatrici, con quell'ordine stesso col quale discese.

La prima operazione è il passaggio per un apparato che trattiene i grumi di terra, i sassi, le paglie e tutte le sozzure alquanto voluminose. Altre volte questo apparato formavasi di un telaio rettangolare lungo circa due metri, guernito sul fondo di un lamierino sottile con buchi grossi abbastanza per lasciar passare il buon frumento od il grano ancora più minuto di esso. Quelle sozzure che non potevano passare per quei fori cadevano a lato del telaio al quale conveniva per tal fine dare una leggera inclinazione, ed insieme un moto alternativo ed un tremito per farvi scorrere il grano. Questo congegno consumava però molta forza per l'azione a scossi che riceveva. Ora questi apparati

si fanno in maniera assai più vantaggiosa. Montasi sopra un asse di ferro un cilindro forato di lamierino od una tela a maglie quadrate di $0^m,006$ di lato, che però scelgonsi più o meno fitte, secondo il grado di nettezza del grano che più ordinariamente si adopera. Questo cilindro di lamierino bucherato o di tela metallica ha il diametro di $0^m,37$ e la lunghezza di $1^m,30$, ed è inviluppato da una camicia di lamierino, lunga $1^m,14$ e del diametro di $0^m,40$ da un capo e $0^m,45$ dall'altro, affinchè, rimanendo orizzontale l'asse del cilindro, la superficie dell'involucro o camicia presenti una inclinazione conveniente per condurre da un capo il grano passato attraverso i fori del lamierino o della tela metallica del cilindro interno. L'asse di ferro, sul quale è montato il cilindro onde abbiamo parlato, tiene una puleggia od una ruota dentata che gli dà un moto rotatorio di circa 30 giri al minuto.

All'uscire da questo primo apparato, il grano cade in alcuni ventilabri, la cui forma varia notabilmente secondo i luoghi e le opinioni dei proprietarii delle officine. In generale tuttavia l'effetto di questi ventilabri si riduce a soffregare molto rapidamente il grano contro una specie di grattugia formata dalle sbavature di alcuni lamierini pertugiati, e di assoggettarlo poscia all'azione di un ventilatore a forza centrifuga. Alcuni mugnai aggiungono allo sfregamento contro le sbavature del lamierino quello di alcune spazzole, che penetrano nella stria che separa i due lobi del grano. Qualunque si scelga fra queste varie macchine, non è da dimenticarsi che molte di esse, come vedremo meglio più innanzi, consumano inutilmente molta parte di forza, e sono quelle in cui la scorza del grano è troppo fortemente attaccata, diminuendosi anche con ciò notevolmente la quantità della crusca. Hanno pure il difetto di riuscir faticose più del dovere quelle nelle quali il grano è piuttosto battuto che stropicciato, imperciocchè lo sfregamento solo è necessario, e l'urto che getta il grano contro l'interno del ventilabro, con velocità spesso assai grande, cagiona un consumo di forza viva assai maggiore che non accadrebbe per uno stropicciamento convenientemente prodotto. Questa perdita di forza viva è specialmente importante in quelle macchine dove l'azione dei colpi tende a sollevare il grano, imperciocchè la fatica di questo innalzamento si fa assolutamente a pura perdita. Il ventilatore ad ale ed a forza centrifuga consuma anche esso molta forza, ed è a desiderarsi che questa parte dell'apparato riceva perfezionamenti ulteriori. Lo sfregamento con le spazzole è da alcuni vantato come utilissimo, da altri invece si reputa inutile; ma quando sieno adoperate a dovere, siccome agiscono con azione regolare, così non devono cagionare perdita di forza soverchia.

Per separare il grano dalle altre specie di semi che vi fossero uniti, se lo passa per un cilindro inclinato o per un crivello che muovesi a scosse, preferendosi quest'ultimo talvolta da alcuni, soltanto a motivo del minore spazio che occupa.

In tal caso sarà almeno da fare in guisa che i bocciuoli raggiungano lentamente il dente stabilito sotto al crivello, cosicchè non vi abbia urto sensibile che contro al ritto allorquando il crivello tornerà nella sua posizione. In tal caso la perdita di forza viva prodotta dall'urto avrà luogo soltanto a carico del lavoro dato dalla gravità, mentre la cosa sarebbe molto diversa, se la forza del motore dovesse supplire a questa perdita. Del resto, ogni qualvolta lo spazio il permetta, il cilindro che opera a movimento rotatorio continuo è superiore al crivello.

Indicate così rapidamente le operazioni

successive che producono il nettamento dei grani, descriveremo adesso uno degli apparati che a tal fine s' impiegano e che vedesi disegnato nelle figure 6 e 7 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*.

Il grano all' uscire dal primo depuratore cade nella tramoggia K, e trovasi soggetto alla azione di una corrente d' aria prodotta dal ventilatore H che slancia fuori le paglie, l grani neri ed altri corpi leggeri che attraversarono il primo depuratore. Il grano buono, che è più pesante, noo viene trascinato dalla corrente di aria e introducesi per l' apertura L nello spazio anulare lasciato fra due cilindri, l'uno stabile l' altro animato da un movimento di rotazione assai rapido. Questi due cilindri sono di lamierino bucato in guisa che rimangano intorno ai fori le sbavature all' esterno. Il grano slanciato con violenza dal moto della macchina ora sopra l' una ed ora sull' altra delle superficie del lamierino viene stropicciato e nettato in ogni verso. Giugne allora sul disco inferiore G pure di lamierino bucherato, sul quale viene fortemente stropicciato di bel nuovo da una spazzola a peli rigidi, e finalmente cade nella tramoggia N, dove trovasi esposto alla corrente d' aria prodotta dal ventilatore I, che porta via la polvere staccatasi per l' azione dei cilindri e delle spazzole di cui si è parlato. I piccoli grumi di terra che attraversarono il primo depuratore e i grani affetti da carie o da carbone sfuggiti all' effetto del primo ventilatore si riducono in polvere nel passaggio fra i due cilindri di lamierino e vengono poi facilmente trascinati dalla seconda corrente di aria.

Spiegato così l' effetto dei cilindri verticali per nettare il grano, entreremo adesso in alcuni particolari sul modo di costruzione di questo ingegnoso apparato. Tutto il meccanismo è sorretto da quattro ritti verticali B uniti alla parte inferiore dagli imbasamenti A, ed alla parte superiore da una crociera di ghisa C a quattro braccia che riceve nel centro i guancialetti dell' asse verticale D. La parte più importante dell' apparato è il tamburo o cilindro verticale mobile, la cui esecuzione richiede molta cura ed esattezza. È formato di molte doghe fissate con chiavarde su due cerchii di ghisa E, ed ha quattro braccia tornite e adattate sull' asse D, cui i cerchi di ghisa sono fissati con chiavi. Le teste delle chiavarde che tengono le doghe sono acciecate nel legno, affinchè si possa riporre sul tornio il cilindro e ridurlo perfettamente rotondo. Le estremità di questo cilindro sono chiuse da dischi F di tavole riunite ad incastro e su di essi sono anche assicurate le doghe. Sulla superficie di questo cilindro inchiodansi i lamierini pertugiati di fori fattivi col punteruolo ad oggetto di lasciare forti sbavature dal lato opposto a quello ove si è introdotta la punta. In alcune officine si ha una macchina che fa questi fori con regolarità e prontezza grandissima. Il punteruolo adoperato per fare questa operazione è conico, poco importando del resto che la sezione di esso sia circolare, quadrata o triangolare. I fori devono poi essere tanto vicini che le scabrosità poste al di fuori formino una grattuggia molto attiva. Alla parte inferiore del tamburo che abbiamo descritto fissansi spazzole a peli rigidi, come dicemmo.

L' asse D che porta il cilindro mobile poggia al basso sopra una bronzina di acciaio fuso, fissata sopra un sostegno di ghisa che permette di porla in centro e di fissarla convenientemente, ed è tenuto alla parte superiore da guancialetti posti sulla crociera C. I ventilatori H ed I sono montati sullo stesso asse, come pure il rocchetto dentato ad angolo *r* di ghisa che riceve il moto da una ruota più grande R a denti di legno adattata sopra un

asse orizzontale e munita di due pulegge, l' una folle, l' altra stabile, poste in moto da una coreggia eterna. I ventilatori sono formati di quattro alie di legno dolce, leggero, fissate sopra pezzi quadrati divisi in due parti e assicurate sull' asse mediante caviglie.

Il cilindro mobile è inviluppato da un altro cilindro, anch'esso di legno, guernito di lamierino bucherato le cui sbavature sono sí di dentro. La distanza che separa i due cilindri è di circa $0^m,025$. La parte superiore di questo involucro è coperta di una tavola che forma il fondo del ventilatore H, il quale del resto è circondato da un cilindro di lamierino aperto soltanto di contro alla tramoggia K. La base del cilindro d' involucro è parimenti separata mediante una lastra di lamierino bucherata dal ventilatore inferiore I.

Le dimensioni e la velocità del cilindro verticale hanno la maggiore influenza sugli effetti di questo apparato. Se si fa il cilindro alto due metri e gli si dà una velocità di 400 giri al minuto, la sua azione è cotanto energica che il grano spogliasi interamente della sua pellicola e diviene perlato. Questo nettamento, come si vede, sarebbe troppo energico, imperocchè farebbe perdere tutta la crusca, dalla quale si ha pure un qualche vantaggio, e che meschiata con la polvere in tal modo più non sarebbe di alcun valore. Se si diminuiscono tutto insieme e le dimensioni e la velocità del cilindro cadesi nell' inconveniente opposto, vale a dire che il grano non è interamente nettato pel troppo breve tempo che rimase a contatto coi lamierini. Inoltre il logorio di questi essendo tanto più rapido, a circostanze uguali, quanto è maggiore la velocità, si dovette cercare di assicurare loro una lunga esistenza affinchè non riescano troppo frequenti le sospensioni del lavoro. Dopo ripetute prove Cartier, costruttore di ruote dentate e di mulini a Parigi, al quale è dovuta la macchina onde parliamo, adottò le dimensioni seguenti che gli parvero le migliori. Il cilindro ha il diametro di $0^m,60$ e l' altezza di $1^m,20$ e dee fare da 280 a 300 giri al minuto. Con queste misure l' apparato può facilmente nettare 250 chilogrammi di grano all' ora o 6000 chilogrammi in 24 ore, vale a dire 75 ettolitri. Tale si è presso a poco la quantità macinata da 4 a 5 paia di macine all' inglese con una forza di 12 a 14 cavalli di vapore effettivi. Alcune officine hanno anche un solo nettatore per sei paia di macine, ma allora stancasi molto. Questo apparato vendesi da Cartier 800 a 900 franchi.

Quanto fin qui dicemmo applicasi *al nettamento a secco* dei grani che è sufficiente in generale per depurare quelli che non sono attaccati da alcuna malattia; ma per quelli affetti da carie, da carbone, annebbiati o simili, è indispensabile di far loro subire un lavacro. Allorchè trattasi di piccole quantità e la stagione sia favorevole questa operazione è assai facile. Trattandosi, a cagione d' esempio, di un grano annebbiato, basta versarlo nell' acqua agitandolo con una spatola di legno o con un fascetto di vimini, perchè la nebbia sollevisi a galla dell' acqua, sicchè decantando lentamente con l' inclinare il vaso esce tutta la nebbia. L' acqua esce dapprincipio nerissima, pel che si ripete il lavacro due a tre volte, fino a che n' esca netta, poi mettesi il grano in un cesto di vimini, si lascia scolare e si asciuga, esponendolo al sole. Questi mezzi per altro divengono molto difficili ed anche inapplicabili quando si tratti di grandi quantità nella stagione del verno od in paesi settentrionali dove il sole si mostra di raro e con poca forza. In tal caso la difficoltà consiste non già nel lavare, ma bensì nell' asciugare il grano umido, e perciò di rare gli stessi

mugnai ricorrono al lavacro, e nei paesi settentrionali i grani affetti da carbone od altro, e rifiutati sulle fiere, comperavansi da speculatori che li ponevano in granaio durante l'inverno per lavarli e farli seccare in migliore stagione e rivenderli poscia con più o meno guadagno.

Parecchi celebri economisti, e Duhamel principalmente, vedendo quanto profitto risulterebbe pel commercio, per l'agricoltura e per la pubblica igiene dalla depurazione dei grani col lavacro, tentarono di impiegare il calore artifiziale per avere un pronto diseccamento, ottennero buoni risultamenti quanto al depuramento, ma i mezzi impiegati non erano applicabili nelle manifatture, poichè le spese che cagionavano superavano gli utili. Nel settentrione dell'Europa, sul mar Baltico ed in Russia principalmente, si fa seccare il grano in una stufa per poterlo poi esportare sul mare; ma questi grani in generale sono di qualità inferiore, e tutto dimostra che il mezzo impiegato per diseccarli è difettoso.

Nel 1834 Maupeou chiese un privilegio in Francia per la invenzione di una macchina destinata a sciogliere questo problema, la quale lava il grano, lo depura e lo secca in 15 minuti. Sulla fine del 1835 stabilì ad Etampes uno dei suoi apparati capace di nettare 300 ettolitri di grano in 24 ore. Per vincere le difficoltà di seccare immediatamente il grano con sicurezza, senza pericolo di bruciarlo o di lasciarlo troppo umido, dispose egli una serie di cilindri di tela metallica in una grande stanza di muro di forma piramidale, posta in comunicazione al basso con un focolare ed in alto col camino di quello. Il grano lavato penetra successivamente in ciascuno di questi cilindri, la cui interna disposizione è tale da mantenerlo costantemente molto diviso. Frattanto una rapida corrente di aria molto secca dilatata, tende a sfuggire per l'apertura superiore del camino, avviluppa in tal modo i cilindri seccatoi, vi penetra attraverso le maglie dei loro involucri e succhia avidamente la umidità dei grani. Alla estremità di questi cilindri seccatoi avvi un altro apparato, ugualmente composto di cinque cilindri sovrapposti, nei quali il grano ch' esce dai primi raffreddasi all'aria aperta, uscendo poscia netto e pronto a passarsi tosto fra le macine od a conservarsi in sacchi senza il menomo inconveniente. Tutte queste varie operazioni di lavacro, depurazione, seccagione e raffreddamento, si fanno di seguito, ed il tutto è regolato per modo che tanto i lavatoi come i cilindri si mantengono sempre caricati di grano. Il maggiore vantaggio di questo metodo sta in ciò che col lavacro, non solo il grano nettasi meglio, ma tutti i corpi più leggeri dell'acqua, come paglia e grani immaturi o divorati dagli insetti, salgono alla superficie dell'acqua, e vengono trascinati in serbatoi particolari, restando unicamente i grani sani, il qual effetto si è ben lungi dall'avere compiutamente coi ventilatori. Maupeou pretende inoltre che a motivo del gonfiamento che prova la scorza del grano quando si lava, e del ristringimento che si produce su questo involucro pel passaggio del grano nell'aria secca e calda, la macinatura riesca più facile, la crusca più leggera, e quindi il prodotto di farina maggiore di un 3 a un 5 per o/o. Finalmente egli osserva che il grano trattato in tal guisa essendo esente da tutti gli insetti ed i germi che avessero deposto le loro uova sul grano, la conservazione di questo riesce più facile e più sicura.

Il nettamento del grano suole compiersi ordinariamente passandolo attraverso un crivello, la quale operazione è tuttavia trascurata da alcuni mugnai. Daremo la descrizione dell'apparato più perfetto che si abbia per questa ultima operazione. Un

tubo curvo X (fig. 6 e 7 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche)* parte dal fondo della tramoggia N, e conduce il grano nel crivellatore S, di cui vedesi un pezzo soltanto nelle figure. Questo cilindro è lungo 4 metri ed ha il diametro di $0^m,50$; è formato di lamierino sottile, frastagliato con fori lunghi, la cui larghezza sia tale da lasciar passare i grani molto minuti, e quelli rotondi che non vogliońsi mescere col frumento di prima qualità. Questi lamierini sono inchiodati su lunghe spranghe di legno assicurate a tre cerchii disposti sopra crociere di ghisa U, montate sull' asse di ferro tornito W. Il cilindro crivellatore dee fare da 28 a 30 giri al minuto, e giova trasmettergli il moto col mezzo dell' asse stesso del nettatore, affinchè questi due apparati camminino e si fermino contemporaneamente. Si dà al cilindro S una inclinazione di un 4 per o/o per agevolare la discesa dei grani. La cima superiore ne è chiusa da una tavola con una apertura circolare, attraverso la quale introducesi il tubo X. La cima inferiore è chiusa parimenti da un disco aperto nel centro e guernito di palette disposte a chiocciola, che agevolano la uscita del grano innalzandolo dalla parte inferiore fino al centro. Sotto al cilindro S avvi un truogolo circolare di latta o di zinco in cui cadono i piccoli grani che passano attraverso i fori del lamierino. Questo truogolo essendo poco inclinato attaccansi sulle spranghette di legno del cilindro S piccole pale che agiscono a guisa di vite e spingono verso il fine del truogolo il grano che altrimenti vi si accumulerebbe. Avrebbesi più semplicemente lo stesso effetto facendo il truogolo in guisa che abbracciasse sempre lateralmente il cilindro S, ma che avesse il fondo assai più inclinato di quello.

Abbiamo veduto nel dare un rapido sunto della storia dei mulini come i Greci accostumassero lasciare il grano immerso nell' acqua qualche tempo prima di macinarlo per rendere questa operazione più facile ai mezzi imperfetti che possedevano. Questa pratica in parte conservossi da alcuni mugnai i quali credettero osservare che quando il grano è troppo secco si spezza per lo sfregamento produttovi dalle macine, e tritasi anche la crusca, sicchè in questo caso, e massime per alcune specie particolari di grani, trovasi necessario o per lo meno assai utile, di assoggettarlo ad una bagnatura, facendolo scorrere in cilindri di lamierino inclinati che girano, ed attraverso i quali circola un poco di acqua, la cui quantità si regola secondo la qualità del grano, la natura delle macine e il metodo di macinatura adottato. Secondo alcuni soltanto il grano raccolto di fresco ed appena trebbiato che conserva la naturale sua umidità, può macinarsi tosto senza uopo di bagnatura.

Contradditorio apparentemente a questa pratica può apparire il suggerimento dato da un esperto mugnaio di far riscaldare il grano dopo il nettamento, prima di passarlo all' acciaccamento od alla macinatura, ritenendo che debba con ciò macinarsi più facilmente e riscaldarsi meno in quella operazione. È possibile nulla meno che per alcuni grani i quali avessero preso soverchia umidità torni utile questa pratica, tuttochè opposta a quella seguita generalmente.

Acciaccamento. In parecchii mulini, innanzi di assoggettare i grani alle macine, si fanno passare per un acciaccatore, il quale non è che una specie di laminatoio composto di due cilindri di ghisa posti nello stesso piano orizzontale, e fra i quali si fa passare il grano che cade a poco a poco da una piccola tramoggia posta al di sopra e munita di un registro che regola il passaggio con tutta la necessaria esattezza. Un piccolo cilindro scanalato posto orizzontal-

mente all' apertura della tramoggia distribuisce il grano in piccola quantità su tutta la lunghezza dei cilindri. Talvolta si mettono tre o quattro paia di cilindri sovrapposti, sicchè il grano passa successivamente in mezzo a questi tre laminatoi, la distanza fra i cui cilindri va mano a mano diminuendo.

Lo scopo di acciaccare il grano in tal guisa prima di macinarlo è specialmente quello di affaticare meno le macine e di spezzare le piccole pietre, che essendo di uguel grossezza del grano, fossero passate attraverso gli apparecchi di nettamento. In que' paesi dove i grani sono duri, questo apparato diviene utilissimo e, a dir così, indispensabile. Gli ultimi cilindri devono essere riavvicinati abbastanza per frangere il grano in modo da separarlo in piccoli frammenti, lasciando per altro abbastanza spazio, perchè non si comprima a tal segno da ridurlo troppo schiacciato e compresso, mentre in tal caso la pellicola difficilmente se ne staccherebbe in appresso e si correrebbe il pericolo di avere farine meno belle. poichè in una buona macinatura, si mira specialmente ad ottenere la crusca in larghe foglie e scevra interamente di farina, riuscendo meglio allora l' abburattamento e producendosi meno calo. Un acciaccatore ad un solo paio di cilindri, capace di alimentar facilmente un mulino di sei paia di macine, od anche uno di otto a dieci paia, dandogli un moto più veloce, costa 1800 franchi.

Macinatura. — *Alimentazione.* La prima operazione da farsi per la macinatura è quella di versare il grano fra le macine, ed il regolarne a dovere la quantità molto importa, attesochè se si scarseggia di troppo si macina più o meno anche la crusca, e introducendone invece in eccesso sfugge alla polverizzazione una parte del grano, il quale trovasi ridotto in tritelli all' atto dell' abburattamento. Ora questa condizione di proporzionare il grano opportunamente è difficilissima a compiersi con perfezione ed esige molta pratica ed abilità in chi governa i mulini. In vero la proporzione del grano dipende, oltre che dalla qualità di esso, dallo stato delle macine, e principalmente dalla perfezione cui si vuol condurre il lavoro. In molti luoghi tengonsi le macine alquanto aguzzate e si fa loro macinare fino ad un ettolitro od un ettolitro e un quarto di certi grani all' ora; all' opposto dove l' arte del mugnaio è più avanzata si regola la battitura ad estrema finezza e non si fanno più che tre quarti di ettolitro all' ora. In tale proposito l' unica regola a darsi è quella di seguire gli usi del paese e di scegliere quel modo che presenta da ultimo uno smercio più facile e maggiori vantaggi pecuniari. È solamente ad osservare che non si potrebbe allontanarsi di troppo in più od in meno dalle quantità che abbiamo indicate. Un mulino, di cui il costruttore non aveva calcolato a dovere la forza, e che macinava soltanto 1/4 di ettolitro all' ora, oltre alla scarsezza del prodotto, lo dava anche di cattiva qualità macinandovisi pure la crusca. All' opposto un eccesso di grano frapposto in mezzo alle superficie soffreganti rende la divisione imperfetta e lascia la crusca coperta di farina, come dicemmo.

Per tale ragione gli apparati che alimentano di grano le macine sono tutti disposti in maniera da potersi regolare a volontà. Nel descrivere i mulini comuni (pag. 50) abbiamo indicato il mezzo di alimentazione che vi si adutta, e che vedesi rappresentato nella fig. 1 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*, e vedemmo consistere in una tramoggia ed un truogolo collocati sopra ciascun paio di macchina per condorvi il grano che vi cade in pic-

cola quantità, col mezzo di un dente che dà al truogolo un moto di oscillazione. Questo metodo ha però l' inconveniente di non alimentare regolarmente le macine, di essere pesante, di molto ingumbro ed incomodo, inoltre le scosse che ne risultano producono uno strepito disaggradevole, una perdita di forza viva, e di più trasmettono oscillazioni, poco sensibili sì, ma non per questo meno reali, nel movimentu delle macine. Per tali cagioni questo apparato più non adottasi nei mulini moderni ben costruiti, nei quali vi si sostituisce il distributore od *ingranatore (engreneur)* imaginato da Conty, che aveva chiesto per esso un privilegio di 5 anni in Francia attualmente scaduto.

Questo distributore, generalmente adottato nei mulini all' inglese, vedesi disegnato nella fig. 8 della Tav. XCV sopraccitata, e componesi di un vaso sottile di ottone *b*, la cui base inferiore poggia sul mezzo di una leva in bilico *l l* di ghisa o di legno: le cime di questa leva sono collocate in piccoli sostegni di ghisa fissati sul piano superiore degli involucri *g* che coprono le macine *e f*. Una spranghetta *n* adattata ad una cima della leva in bilico fa che si possa alzarla od abbassarla come si vuole, stando nel piano inferiore ove passa la spranghetta *n*, attraversando l' impalcatura pel foro *o*. Si migliorò in appresso questa disposizione facendo che la leva *l* si alzasse invece con viti, in modo che rimanesse sempre paralella al piano delle macine; allora, per conseguenza, il vaso *b* ed il tubo verticale adattato alla parte inferiore di esso rimangono sempre nell' asse delle macine. Al di sopra del ferro *c* che porta la macina girevole o coperchio sul suo pernio *d* avvi una ciotola *a* che riceve il grano a misura che cade dal tubo la cui bocca vi giogne molto vicina. Questa ciotola è mobile durante il lavoro, ed il grano che cade nel centro di essa viene slanciato alla circonferenza per recarsi fra le macine, cadendone in tanto maggior copia quanto più il tubo è sollevato, e quanto è più grande in conseguenza il passaggio che lascia fra gli orli della sua bocca e la ciotola. Il grano viene condotto nel vaso *b*, mediante un condotto inclinato di zinco o di latta, che comunica con una tramoggia posta al piano superiore e comune a varie paia di macine. Un registro posto in alto di ciascun condotto fa che si possa intercettare l' arrivo del grano quando si vuole.

Per evitare di dover sollevare insieme con la leva in bilico il distributore ed il grano che esso contiene, taluni posero il tubo del vaso e alquanto più alto e ve ne infilarono sopra un altro esternamente, il quale giugne vicino alla ciotola: alzando od abbassando solamente questo tubo, viensi a regolare opportunemente l' apertura al basso, e quindi la quantità del grano fornita alle macine. Siccome col congegno di Conty se la macina scarseggia di grano ed accelera il moto aumenta anche la furza centrifuga, e produce lu scarico di una maggior quantità di grano, così il distributore di Conty fa quasi l' offiziu anche di regolature, ed agevola al mugnaio la cura di mantenere la quantità conveniente di alimentazione pel miglior suo lavoro.

Macine. Venendo adesso a parlare delle Macine che sono l' anima o l' organo veramente essenziale del mulino, ricorderemo quanto si è detto a quella parola nel Supplemento (T. XX, pag. 38) sulla qualità delle pietre meglio adattate a tal fine e in quale giacitura trovinsi per lo più nelle cave. Qui aggiugneremo che di raro le pietre da macina presentano composizione omogenea, essendo formate per lo più dall' unione di una quantità più o meno grande di frammenti lapidei, di feldspato, di quarzo, di mica, di silice e simili. La buona qualità delle macine, massime pei

mulini comuni, non è distrutta da questi frammenti, purchè sieno distribuiti con qualche uniformità e non troppo grossi e compatti. Aumentano per lo più la durezza delle pietre, le quali ritengonsi anzi migliori delle altre, volendo macinar grosso. Se per altro i frammenti sono mesciuti alla rinfusa e formano vene o fili, come spesso succede, non possono in verun modo servire. Per la macinatura comune, si fanno pure macine di gneiss, di lava basaltina, di gabbro, di quarzo cavernoso e di altre pietre diverse.

Non tutte le macine però ugualmente convengono ad ogni qualità di grani. Se il grano è secco e duro, come quello coltivato in terreni alti ed argillosi, trebbiato al coperto e conservato perfettamente all'asciutto, le macine avranno ad essere dure e compatte. Se invece il grano è umidetto e molle, come quello cresciuto in terreni leggeri e ghiaiosi, battuto sulla nuda terra, ad aia scoperta o navigato, richiedesi macina piuttosto cavernosa, bene affilata ed ardente, perchè il grano essendo coriaceo e difficile a frangersi per conseguenza richiede una superficie più scabra che lo tagli a sminuzzi. Pel formentone i mugnai preferiscono le macine di pietre meno dure e più dolci.

Si è detto nel luogo sopraccitato all'articolo Macina come facciasi sempre il coperchio più duro del fondo.

Nell' articolo Mulino del Dizionario si diedero alcuni cenni sulle principali cave di macine che possede la Francia, sui tentativi fatti nell' Inghilterra per rinvenirne e sui risultamenti ottenutivi, e si accennò come nella Spagna si adoperi a tal uopo il granito nero. Nell' articolo Macina del presente Supplemento si diè qualche cenno sulla origine delle macine adoperate principalmente nelle provincie venete. Non sarà inutile aggiugnere un qualche cenno sulla qualità e quantità di cave dell' Italia principalmente e della Germania, traendo queste notizie dall' opera del Cadolini sull'Architettura dei mulini, il quale dichiara essersi valso del Dizionario geografico del Repetti per quanto riguarda l' Italia di mezzo, e dell' Architettura pratica dei mulini del Neumann per quanto alla Germania.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni

ITALIA SUPERIORE

Nel Piemonte vi sono aperte ed in attualità di scavo 24 cave o *marmoraie* di pietre da macina, le quali producono da 780 macine e più ogni anno, del valore totale di lire 47000 e vi s' impiegano 130 operai, a termine medio. Un ventesimo circa di queste pietre spedisconsi all' estero, come si deduce dal riepilogo generale dei prodotti dell' industria mineralogica degli Stati di Terra-ferma posto in fine ai cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il re di Sardegna di Vincenzo Barelli.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
(a) Cave d' Inverigo nella valle del Lambro in Brianza.	Puddinga poligenica costituita da un conglomerato di frammenti lapidei uniti fra loro da un cemento calcareo.	L'abbondanza delle parti calcaree, il cemento tenero e di poca consistenza e la quantità di sabbia che vi è unita rendono queste macine molto difettose, e la farina che se ne ottiene non è scevra da parti terrose: quindi la facilità con cui diffondonsi nel commercio dee attribuirsi specialmente alla tenuità del loro prezzo.
(b) Cave di Montorfano.	Puddinga a cemento calcareo con ispessi frammenti di quarzo e di carbonato calcareo ora grigio ora nerastro e piccole parti di schisto siliceo nero.	Le macine ricavate da questa collina sono più pregevoli di quelle dei contorni d' Inverigo, perchè il cemento di tale conglomerato, benchè calcareo come quello delle puddinghe d' Inverigo, non è però sabbioso ed inoltre è molto più duro e più compatto: per le macine scelgonsi a preferenza quei pezzi dove le parti componenti sono piccole e strettamente unite in modo da non lasciare vuoti fra loro.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
(c) Cave di *Molera* della valle di Ruvegnate in Brianza: le principali sono quelle di S. Benedetto nel monte Sirone, dei runchi di Garavèrio, delle Cascinette bianche, di Nova, di Giovenzana, di Gagliano, ecc.	Specie di puddinga poligenica a cemento calcareo argilloso.	Il cemento di questa puddinga, molto più duro e compatto del cemento calcareo sabbioso, rende le macine che provengono da questo paese preferibili a quelle d' Inverigo. La situazione di alcune di queste cave è talmente disagiata, che quando una macina venne lavorata e ridotta alla forma che dee avere, si lascia discendere dalla montagna abbandonata al proprio peso, nella quale operazione accade sovente che si rompa, e perdasi il frutto di un lungo lavoro (1).
(d) Macine bresciane nei monti della Val Trompia e della Val Camonica, poco lungi dal lago d' Iseo. (e) Dei monti di Persen.	Ve ne sono di due qualità. Le più stimate, perchè più dense e dure, e perchè danno, in conseguenza, miglior effetto nei mulini e più lungamente resistono al lavoro, sono quelle dette *verdocce* dal loro colore verdeggiante, e le *bigie*, che diconsi *formentine* o *brunette*. Quelle poi della seconda qualità sono alquanto meno buone, perchè di grana meno dura, e perciò meno atte alla polverizzazione del grano e molto più facili a consumarsi: vengono ordinariamente distinte col nome di	Sono le più perfette e le più resistenti al lavoro, e quelle di Persen sono migliori delle verdocce bresciane. Queste si adoperano molto nel Veronese dove si ritiene per esperienza che i migliori mulini da frumento sieno quelli formati da una di dette macine con una verdoccia, formentina o brunetta per fondo; oppure con una di quelle di Persen, dette *gattine* dal color bigio, col coperchio di macina ghiara o favalina. Le macine bresciane e di Persen costano il triplo ed il quadruplo

(1) Chi bramasse maggiori particolari sulle pietre da macina adoperate nella Lombardia, veda la *Descrizione geologica della provincia di Milano* di Scipione Breislak, e specialmente i §§. 48, 53 e 54.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
	macine ghiare favaline per la copia di ghiaia e di ciotoli rotondi di varie specie di pietre che si ravvisano immerse nel loro impasto originale.	di quelle di Recoaro, ma dorano altresì quanto dodici di esse e più delle altre, e danno migliore e più abbondante quantità di farina. Sono inoltre molto dense e dure, di grana convenientemente ruvida, ed assai pesanti, perciò macinano il grano con speditezza e sottilissimamente; ritengono a lungo la naturale e necessaria scabrosità e molto di rado hanno bisogno di essere battute o come si dice aguzzate.
(f) Di Recoaro nelle Alpi vicentine. (g) Di Trecento, (h) Di Tricesimo, (i) Di Fragona sopra Ceneda } Nel Friuli. (k) Delle cave di Pede-Castello, (l) Delle cave di Soccher } Nella provincia di Bellono. (m) Della valla di Seran nel Feltrino.	Le macine di Recoaro sono della natura delle brecce impastate con un cemento pietroso d'inuguale densità e durezza.	Vengono dopo le anzidette quanto a bontà, ma sono ad esse moltissimo inferiori. Nel Friuli consideransi migliori le *Seracine*, così denominate dalla somiglianza che hanno al colore del saraceno o grano turco, e le *zuccherine* provenienti dalle contro indicate cave di quella provincia. Quelle di Fragona sono di qualità meno buona delle altre. Nel Bellunese i coperchii, detti colà *macine correnti*, si traggono dalle cave di quella provincia indicate nella prima colonna, e per fondo si adoperano di quelle della valle di Seren.
(n) Dei monti sopra Marostica.		Sono più imperfette di tutte quelle nominate qui

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
(o) Di Posena. (p) Di Piovene.		sopra, non però tutte ad uno stesso grado, variando di densità e durezza da luogo a luogo, e talvolta anche in una medesima cava. Nelle provincie di Vicenza, Treviso e Padova, pel frumento si usano i mulini così detti *bastardi*, perchè hanno la macina di sotto o fondo verdaccia bresciana, e la superiore o coperchio delle cave di Recoaro, o di altre di quelle indicate esistenti nelle provincie stesse.

ITALIA DI MEZZO.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
(q) Pietra di Radicofani posta alla sommità del monte.	Lava basaltina a base di feldspato con pirosseno e anfigeno, di colore scuro nerastro, tessuto granoso cellulare, con piccole particelle luccicanti e scoriacee. Durezza uniforme.	Si adopera in Toscana per materiale da costruzione e per macine.
(r) Cave di Prato-Verde o Nero, di Prato nel Monte Ferrato.	Gabbro o pietra di Figline siliceo-feldspatica composta di nuclei discretamente grandi, di ghiada tenace di color violetto o biancastro con pochi cristalli di diallaggio metalloide grigioverdastro. Vi si trova pure della prenite bianca in masse ed in vene. Tessuto granoso intralciato, somigliante alla serpentina, i cui elementi sono distribuiti quasi alla	Si cava in grandi massi per le macine dei mulini, e sono forse le migliori e le più ricercate nella Toscana.

Nome e posizione topografica	Natura della pietra	Osservazioni
	foggia di un rozzo granito, pel che dicesi dai Toscani *granitone.*	
(s) Cave di Pietramala presso le Filigare.	Pietra maltesca che abbonda di diallaggio in grandi cristalli di un lustro spatico, con giada color verde prasio. È a più grossi elementi del granitone di Prato, color verde porro o verde cupo.	Si adopera allo stesso uso di macine, formate però di più pezzi, ed è meno tenace.
(t) Cave a Bell' Aria presso la Pieve a Scuola nella Montagnola di Siena.	Gabbro composto di giada tenace bianca, talvolta colorita in verde di prasio, con diallaggio ora cenerino ora nero lucicante: tessitura granosa intralciata; fondo bigio macchiato di cenerino e di verdognulo biancastro.	Può servire per macine al pari dei gabbri di molte altre località.
(u) Pietra Verrucana o breccia della Verruca che si cava sotto al monte della Verruca di Pisa.	Roccia siliceo-argillosa, composta di frammenti di ardesia e di quarzo attraversati e collegati da numerose vene o filoncini di quarzo pingue e talcoso, talora cristallino a guisa d' ingemmamenti. Fra i minerali accessorii avvi la clorite. Tessitura brecciata, subgranulare e stratificata, variamente colorata.	Cave aperte da tempi remotissimi per farne ottime macine da molini di qualsiasi grandezza. Questa pietra è durissima, ruvida, non suscettibile di polimento.

Negli Stati della Chiesa si fa uso di travertino, del peso di 2483$^{chil.}$,53 al metro cubico.

Nome e posizione topografica	Natura delle pietre	Osservazioni
	GERMANIA.	
(a) Pietra del Reno. Colonia e Trierschen.	Sono altre { Scorie vulcaniche o lave, Quarzose, Argillose.	Di ottima qualità: in Germania se ne fa uso quasi esclusivo. Sono adoperate anche in Olanda e presso che in tutto il Settentrione.
(b) Di Mansfeld usata nelle Marche. Dipartimento di Siebekrode.	Arenaria rossigna.	Troppo tenera e poco atta alla macinatura, e specialmente a quella economica od a quella all'inglese.
(c) Della Slesia { Dintorni di Lõurenberg, Langenvorwerk, Kesselsdorf, Langenau, ecc.	Arenarie di color bianco, o grigiastro, e sono un aggregato di quarzo, silice, ecc.	Migliori delle precedenti e di varia qualità: se ne incontrano di eccellenti.
(d) Di Boemia. Località diverse.	Arenaria dura.	Buona assai.
(e) Di Sassonia. Varie località, e specialmente a Pirnne Rochlitz.		
(f) Di Prussia . . .	. . . .	Poco lavorabili e poco atte a macinare fino.
(g) Di Niederwalsen e di Marl sul Danubio.		

Nel Levante si adoperano le pietre vulcaniche che si traggono dall'isola di Milo.

Intorno alla maniera con la quale si scavano le macine fecesi qualche cenno all'articolo *Selce* Molare nel Dizionario, sul quale daremo ora qualche schiarimento ulteriore.

Scoperto che siasi il masso, l'operaio esamina, battendo col martello, quali sieno le parti sane; segna un circolo grande quanto le macine che gli occorrono e taglia un cilindro dietro questo circolo, dandogli una altezza equivalente a quella di varie macine. Per dividere queste, l'operaio segna sulla superficie del cilindro una linea distante dalla sommità quanto è la grossezza che vuol dare alla macina, e vi pratica con martelli molto ottusi, del peso di 2 e mezzo a 7 chilogrammi, una scanalatura profonda $0^{m},45$ a $0^{m},50$ tutto all'intorno, nella quale pone di tratto in tratto due biette che si appoggiano l'una sull'altra, e fra le quali ne introduce una

terza più acuta. In generale adoperansi biette di ferro; tuttavia in qualche caso si fa di ferro quella di mezzo soltanto e le altre di legno, e bagnando queste di acqua e facendola gonfiare si trae profitto da quell'effetto per ottenere lo stacco del disco che dea formare una macina. Disposti convenientemente i cunei o biette all'intorno nella scanalatura, l'operaio batte su quelli di mezzo che devono essere più lunghi degli altri, andando successivamente intorno intorno al cilindro. La difficoltà consiste nell'evitare d'introdurre i cunei in modo disuguale a troppo rapido, bastando un colpo male applicato a rompere in pezzi irregolari la macina e scemarne con ciò grandemente il valore. Sembra che gli antichi staccassero anch' essi le macina a questo modo, tagliando prima un cilindro, facendovi col martello un incavo lungo e profondo fino a 3/4 del diametro, poi separando con una scossa ogni macina. Nell'articolo *Selce* Molare sopraccitato, si disse come talvolta si ricorra anche all'uso della polvere da cannone per la estrazione dei massi a delle macine, ma è chiaro doversi procedere con grande cautela nell' uso di essa, perchè i pezzi staccati abbiano la necessaria grandezza. Staccata che siasi in qualunque modo una macina, traggesi fuori dalla cava con funi e verricelli, o, se la profondità è molta, vi si pratica una strada inclinata su cui si fanno scorrera le macine sopra rotoli.

Come si è accennato nello stesso articolo *Selce* Molare, le pietre lavoransi più facilmente quando non sieno ancora del tutto prosciugate, e possibilmenta appena estratte dalle cave, durando del resto qualche tempo a prosciugarsi totalmente, massime quando sieno esposte all' atmosfera ed alle intemperie. Non si adoperano in questo lavoro i mezzi dello scalpellino, non trattandosi di finitezza, ma ricercandosi solo un piano regolare ed esatto. Vi si adoperano una martellina, un mazzo a punte di diamanta ed una doppia punta più grossa da una parte per cominciare il lavoro e più sottile dall' altra per terminarlo. La superficie superiore della macina girevole o coperchio riducesi talvolta piana, come col metodo che si dice *tedesco*, e talvolta alquanto convessa, come col metodo lombardo. La base, cioè quella parte cha macina, la quale è piana, suol farsi 2 a 3 centimetri più grande, sicchè la macina riesce un po' conica, il che giova per poterla più facilmenta cerchiara quando cha occorre. Ancha l'occhio o foro centrala tiensi da 3 fino a 5 centimetri più largo al basso che in alto, affinchè il grano, a specialmenta i tritelli nel caso della macinatura economica, non aderisca-no agli orli. In alcuni luoghi accostumasi fare la prima metà superiore dell' occhio circolare ed il resto quadro.

Destinasi di preferenza la fronte più dura della pietra greggia, quella, cioè, che può lavorarsi con finezza senza visibili cavità o fori, alla faccia superiore o dorso della macina, e se la pietre greggie trovansi tagliate obliquamente, come spesso succede, bisogna ridurle in guisa che conservino la maggiore grandezza possibile. Per lavorar questa macine si comincia dal fare sul dorso una crociera bene spianata che serve poi di guida a spianare il resto della superficie; quindi lavorasi un tratto alla parte superiora della circonferenza, e si praticano in questa quattro solchi corrispondenti alle estremità dei diametri della crociara fatta sul dorso, poscia con la squadra si lavora la base o superficie inferiore. In generale, si lavorano ugualmente le due macine, cioè tanto il coperchio che il fondo, eccettochè questo ultimo, restando immobile, non esige tanta esattezza quanta ne occorre pel primo.

La pietre lavorate devono mettersi a stagionare in luogo chiuso, ed anche

all' aria aperta, ma difese da buona tattoia e poggiate sopra mensole, non sulla nuda terra ed esposte ad ogni intemperie, come usano molti mugnai e venditori di macine.

Il macinare con pietre bagnate, e non ancora ben prosciugate perfettamente, è una pratica difettosa e da non adottarsi che nei casi di inevitabili urgenze. Secondo il loro grado di durezza, la giacitura originale e la qualità dell' aria, le pietre da mulino impiegano da sei mesi a due anni a prosciugarsi; quelle lavorate stagionansi in generale più presto di quelle lasciate greggie. Le pietre dure sono meno umide delle tenere, ma si asciugano più tardi. Si conosce la differenza fra le pietre umide e quelle asciutte battendole con istromenti di ferro, col che le seconde danno un suono più chiaro delle prime.

Le dimensioni delle macine pei mulini comuni ed a macinatura economica variano assai da un paese all' altro, ed anche in una stessa provincia, lo che può dipendere dalla qualità delle pietre, dalla estensione dei banchi donde si traggono, dal metodo di estrazione e più di tutto dalle consuetudini locali. Nella Lombardia il diametro delle macine suole variare fra $1^m,30$ e $1^m,40$, trovandosene però anche di quelle di $1^m,50$, e sono grosse da 25 a 30 centimetri. Talvolta però si veggono fondi per la macinazione del frumento grossi fino a $0^m,60$. In Toscana il diametro delle macine è di $1^m,60$ a $1^m,90$ e la grossezza varia da $0^m,30$ a $0^m,50$. In Francia, nei dintorni di Parigi, le macine hanno un diametro da $1^m,50$ a 2^m, ed una grossezza di $0^m,30$ a $0^m,50$. Nell' Inghilterra non oltrepassano per lo più il diametro di $1^m,40$. In Germania di raro le macine hanno meno di $0^m,90$ e più di $1^m,20$ di diametro; il coperchio non è grosso più di $0^m,60$ ed il fondo la metà. Nella Sassonia, in generale, il diametro delle macine è di $1^m,15$.

Le macine superiori o coperchii si adoperano in Lombardia fino a che l' altezza sia ridotta ad un solo decimetro, dopo di che si levano come inette al loro offizio; ma alcuni mugnai seguitano a servirsene finchè sieno ridotte all' altezza di $0^m,75$, purchè sieno molto colme alla parte superiore. Altrove, e specialmente in Germania, si scartano quando sieno ridotte alla metà o poco meno dell' altezza primitiva, e dopo si impiegano come fondi, i quali perciò di raro si fanno con pietre nuove. Gli abili mugnai cercano di regolare in modo le cose per la comodità del lavoro che si muti il coperchio allorchè il fondo è mezzo consumato; e si rinnovi questo fondo quando il coperchio è logorato per un terzo.

È chiaro che le pietre soltanto abbozzate devono avere qualche centimetro di più della misura precisa cui si hanno a ridurre: dividonsi secondo il diametro in *lunghe* o *corte*, le prime essendo quelle che giungono a $1^m,50$, le altre a $1^m,30$. Inoltre dividonsi queste pietre secondo la loro grossezza e diconsi *intere* quando sieno alte $0^m,60$, *terzuole* quando sono grosse $0^m,45$, e *mezzane* quando la loro grossezza varii da $0^m,25$ a $0^m,30$.

L' esperienza ha dimostrato che, come era facile prevedere, il peso delle macine superiori deve essere proporzionale alla superficie che macina, questa condizione legandosi strettamente con quella della quantità di grano dato alle macine, e dipendendo da entrambe ugualmente la uniformità e regolarità del lavoro. Per determinare adunque il peso più conveniente da darsi ai coperchii per ogni metro quadrato dell' area che macina, riferiremo le indicazioni date in tale proposito da varii autori, avvertendo però che si riferiscono quasi tutte a mulini comuni, e che in quelli all' inglese il peso può essere molto minore, supplendovisi alla diminuita pressione con la grandissima velocità.

MULINO OSSERVATO	PESO DELLA MACINA PER OGNI METRO QUADRATO SECONDO		
	Navier	Masetti	Cadolini
	chil.	chil.	chil.
Mulino di La-Fére	713	713	
Due mulini esaminati da Lambert { 1.°	743	786	
Due mulini esaminati da Lambert { 2.°	862	893	
Secondo Malouin *Art du Meunier* . .	600		
Per un mulino disposto a lavorare nel modo più proficuo	942	942	
Per avere buona farina col minimo peso, come nel caso d'una macina del diametro di $0^m,89$, e del peso di chil. 700 .	749	942	
Secondo i principii di Brewster . . .	1070		
Termine medio adottato da Navier . .	850		
Mulino di Bologna con macine di travertino	. . .	934	
Mulino con ruota a catini nei dintorni di Bologna	. . .	892	
Termine medio adottato da Masetti . .	. . .	860	
Una macina del Milanese del diametro di $1^m,30$, grossa $0^m,12$, trovossi pesare $1140^{chil.}$, quindi equivale a	. . .	. . .	857
In Toscana, una macina del diametro di $1^m,60$, grossa $0^m,32$, pesava $1356^{chil.}$, quindi si ha	. . .	. . .	678
In Sassonia, una macina di $1^m,15$, pesava $450^{chil.}$; lo che corrisponde a. . .	. . .	. . .	450

Siccome, col diminuire il peso della macina, si diminuisce proporzionalmente anche l'effetto utile del mulino, così taluni vi suppliscono, sopraccaricando le macine con pesi addizionali, al qual uopo si sovrappone altra pietra collegata alla macina con grappe o cerchiature di ferro; i Francesi usano stendere sul coperchio uno strato di gesso stemperato con birra o con acqua di colla, facendolo di tale grossezza che compensi la differenza fra il suo peso specifico

e quello della porzione di pietra di cui fa l'effetto.

Siccome talvolta succede che la macina girevole o coperchio si spezza, donde ne possono venire gravi sventure, così alcuni, prudentemente, la cingono con cerchioni di ferro, larghi per lo più 4 a 5 centimetri a grossi 6 a 7 millimetri; questi cerchii devono essere calibrati con esattezza conforme al diametro della pietra, e posti in opera a caldo, perchè raffreddandosi stringano a dovere. Non devono oltrepassare il limite di quella porzione di macine che è destinata a consumarsi, e si hanno a porre ben orizzontali, adattandosene due solitamente per ogni coperchio. Questa fasciatura è indispensabile poi quando le pietre abbiano peli o fenditure, quando sieno caricate di altri pesi sovrappostivi ed uniti con gesso o con cemento di una parte di calce viva e due di polvere di marmo mesciute ed impastate con latte schietto. Talvolta si fanno queste cerchiature con cerchioni decomponibili in quattro o più pezzi, i quali sono meno imbarazzanti a mettersi in opera ed hanno maggiore durata. Alcuni preferiscono ai cerchioni di ferro quelli fatti con rami fessi di quercia giovane e robusta; ma si ha l'aggravio e l'incomodo di doverli rinnovare ad ogni qual tratto, mentre quelli di ferro possono considerarsi fatti una volta per sempre.

Nell'articolo Macina in questo Supplemento (T. XX, pag. 39), si è veduto come facciansi ora spesso le macine di varii pezzi, e come questi si uniscano con gesso o con mastice particolare. Le unioni delle pietre fra loro devono essere tagliate a scalpello perchè combacino insieme quanto più esattamente è possibile: del resto la selce molare forma in tal caso appena la metà della grossezza della macina, il resto essendo formato di frammenti uniti con gesso. In generale dispongonsi i pezzi più duri e più attivi per conseguenza, verso la circonferenza delle macine, ed alcuni cercano di nascondare le commettiture nel fondo dei solchi che si fanno alle macine nel batterle, precauzione molto lodevole.

Talvolta, invece che togliere dalla cava le macine o formarle con varii pezzi riuniti come dicemmo, si compongono artifizialmente di pianta. Gl' Inglesi adoperanò per tal fine un miscuglio composto di terra argillosa e selciosa con 1/7 di terra calcare o di altre sostanze fondenti, il quale, esposto per 24 ore ad un fuoco più vivace di quello di una fornace da calce, prende una semivetrificazione che lo riduce atto a servire di macina. Ransome suggerisce il metodo seguente per fare macine artifiziali con una soluzione di silice, con pietre naturali, con sabbia o con altre materie terree o metalliche pestate od acciaccate.

Prepara egli primieramente un cemento siliceo nel modo che segue: discioglie $45^{\text{chil.}},34$ di carbonato di soda cristallizzato in $22^{\text{chil.}},67$ di acqua, riducendo la soda allo stato caustico mediante un' aggiunta di calce. Al carbonato di soda possono sostituirsi $22^{\text{chil.}},67$ di potassa sciolta in sufficiente quantità di acqua e trattata con la calce. Riducesi la soluzione alcalina caustica a 91 o 113 litri con la evaporazione; quindi ponesi in un digestore di ghisa con $45^{\text{chil.}},34$ di ciottoli o di altra materia silicea ridotta in polvere fina, e si riscalda per 10 o 12 ore sotto una pressione di $4^{\text{chil.}},216$ al centimetro quadrato, avvertendo di agitare frequentemente. Levasi allora dal digestore, e si passa per un setaccio a fine di separarne tutti i pezzi non attaccati. Allora il cemento è pronto, e si può aumentarne la consistenza con una aggiunta di sabbia o di ciottoli ridotti in polvere fina, potendosi ugualmente diluirla con acqua.

Per fare le macine con questo cemento Ransome ne mesce una parte con una parte di ciottoli in polvere, e con tre a quattro parti di selce molare o di qualsiasi altra pietra conveniente. Assoggetta il tutto entro stampi di ghisa a forte pressione con un torchio idraulico, quindi, tolta la materia dal torchio, la fa seccare per 24 ore, prima alla temperatura ordinaria, poscia in una stufa di cui innalza gradatamente il calore fino al punto dell' acqua bollente. Quando destina queste pietre artifiziali ad altri usi che a farne macine, Ransome vi adopera granito, sabbia comune o frammenti di qualche altra sostanza dura con 1/6 od 1/4 del cemento siliceo, e tratta il miscuglio nella stessa maniera. Finalmente riducendo in polvere finissima la pietra e gli altri materiali prima di unirvi il cemento siliceo possono ottenersi miscugli più o meno fluidi atti a servire d' intonaco pei muri od altre superficie.

Venne anche proposto di fare le macine di metallo e particolarmente di ghisa o di acciaio tagliate a foggia di lima sulla faccia inferiore: non sappiamo se sieno mai state adottate; ma trovossi probabilmente un obbietto nell' eccessivo riscaldamento che vi produceva l' attrito, ed inoltre forse le particelle di ferro che potrebbero mescersi alla farina ne altererebbero la bianchezza e ne renderebbero l' uso non molto sano.

Altre modificazioni vennero proposte alle macine per impedire che la farina si riscaldi pel violento attrito che prova in mezzo ad esse. Fino dal 1833 erasi per tal fine proposto in America di fare parecchi fori nella macina superiore o coperchio, come si disse all' articolo Macina (T. XX di questo Supplemento, pag. 40). Questa idea, di cui fino da allora notammo l' importanza nel nostro Giornale di tecnologia, rimase per qualche tempo dimenticata, tuttochè l' inventore accennasse poter dessa contribuire anche ad aumentare il prodotto, attesa la maggiore celerità che poteva darsi la sua mercè senza inconveniente alle macine. Poscia, dieci anni dopo, cioè nel 1843, Train tornò in campo come cosa sua e nuova questa invenzione, e la presentò alla Società d' incoraggiamento di Francia alla quale Calla ne fece la relazione segnente.

Train, della Fertè-Sous-Jouarre, egli dice, presentò un sistema di macine pei mulini da grani, col quale proposesi d' impedire l' innalzamento di temperatura della farina, introducendo dell' aria fra le due macine. Innanzi di descrivere la combinazione del Train, Calla osserva riscaldarsi, oltre che la sostanza macinata, anche le superficie delle macine, e dopo un lavoro continuato acquistare queste un' alta temperatura per un tratto notevole di sua grossezza; in guisa che il grano successivamente assoggettato alle macine dà prodotti ad alta temperatura, pel doppio motivo del calore che necessariamente avviluppasi per la sola azione della macinatura, e per la temperatura più alta dell' ordigno macinatore. Il Train volle combattere ad un tratto tutte e due queste cause, lasciando nella macina superiore girevole quattro fori obbliqui, nei quali introducesi attraverso la sua grossezza una certa quantità d' aria fino al piano di azione delle macine. Queste aperture sono inclinate all' innanzi nel senso di rotazione della macina superiore, e tendono ad agire come le ali inclinate di un ventilatore cilindrico ed orizzontale che assorbisse l' aria alla sua parte superiore, e la cacciasse alla base inferiore. Si vede la quantità d' aria posta in circolazione in tal guisa non poter essere assai grande, atteso che lo spazio fra le macine è presso a poco riempito dalla sostanza assoggettata alla loro azione. Questa quantità è bastante tutta-

via per vantaggiosamente modificare la temperatura delle pietre e dei prodotti della macinatura, secondo quanto alcuni fatti inducono a credere. I capi di parecchi grandi stabilimenti nei quali impiegaronsi queste macine dichiararono averne avuto buonissimi effetti, ed è certo inoltre che il Train ne aveva di già smerciato una notevole quantità.

Il sistema di costruzione di queste macine per le quali Train è privilegiato (malgrado che la invenzione fosse stata fatta dieci anni prima in America) è molto semplice. La base della costruzione è formata di un cono di ghisa il cui diametro è presso a poco uguale ad un quarto della macina, la quale si fa con pezzi di selce molare della Fertè-Sous-Jouarre, scelti, tagliati e riuniti con gesso, secondo il solito, lasciandovi però le quattro aperture inclinate onde si è parlato; vengono cinte con un cerchio di ferro battuto adattatovi a caldo; un secondo cerchio di lamierino avviluppa il primo, ma è di altezza superiore alle grossezza della macina, in guisa da formare al di sopra di essa un orlo sagliente di alcuni centimetri. Alla superficie superiore della macina sono quattro pezzi di lamierino fissati da un capo sul cerchio sagliente e dall' altro sul cono centrale, e questi s' inclinano verso due aperture praticate nella pietra, in guisa da formare quattro specie di alie per agevolare la introduzione dell' aria.

Mirando ad ottenere lo stesso effetto in modo diverso, Damy, il 24 febbraio 1841, chiese in Francia un privilegio per applicare la ventilazione al sistema di macinatura detto all' inglese. La sua idea consiste nello stabilire con tubi opportunamente disposti una comunicazione fra la superficie delle macine ed un ventilatore a pala posto a poca distanza di sotto. Questo ventilatore aspirando dell' aria esterne la caccia nei condotti e di là fra le macine per mantenerle fresche, dovendosi allora chiudere esattamente la cassa che la cigne. Una parte dell' aria va ancora nei tubi che ricevono i prodotti della macinatura. L' inventore annunziava ottenersi con questa disposizione i seguenti vantaggi, i quali però non si sa se ebbiano corrisposto nella pratica:

1.° La evaporazione della farina è minore che negli altri mulini;

2.° Il guadagno può essere dell' uno per 0/0 sui prodotti;

3.° Possonsi abburattare le farine appena uscite dalle macine;

4.° Ciascun paio di macine può lavorare tre ettolitri di grano più del solito ogni 24 ore, senza temere che i prodotti riscaldinsi;

5.° Finalmente possono macinarsi in tal guisa anche i grani non tanto asciutti.

Quello che sembrerebbe potesse dare qualche speranza di buon successo, dal metodo di Damy, oltre alla ragionevolezza dell' effetto considerato teoricamente, si è il vedere Correge, costruttore di mulini a Parigi, porre in attività in uno stabilimento un sistema pel quale chiese il privilegio nel 15 febbraio 1842, e nel quale adotta un mezzo di ventilazione analogo, ed anzi può dirsi simile a quello di Damy, applicando al pari di lui un ventilatore, il quale toglie dell' aria dall' esterno e la caccia in un empio condotto donde si distribuisce fra le macine contenute in una cassa chiusa ermeticamente. Il Correge però, non contento di scemare la evaporazione, cercò altresì di assorbire i gas, i vapori alcalini che si svolgono durante la macinatura, massime per certi grani, e cagionano ai mugnai gravi malattie. Dispone a tal fine un tubo verticale che pone sulla cassa stessa ed innalza fino ad un piano superiore; l' aria cacciata dal ventilatore fra le macine dee necessariamente agevolare la uscita di questi gas nocivi.

Per terminare la storia dei tentativi fattisi per impedire il riscaldamento delle macine e dei prodotti che danno, noteremo essersi proposto per quelle di metallo di farle cave e di mantenervi una corrente di acque fredda.

Finalmente, Gosme, osservando che tutta quella parte che è intorno all'occhio della macina non lavora, e che si possono avere prodotti ugualmente belli da macine dello stesso diametro che abbiano l'occhio più o meno grande, cercò di ridurre notabilmente la superficie che lavora delle macine facendole di forma anulare, mediante quadrati di pietra di circa 480 a 500 centimetri quadrati e di una grossezza di 12 a 13 centimetri, adattando e fissando queste pietre in canali anulari di ghisa che hanno il diametro esterno delle macine all'inglese comuni. Da questa nuova maniera di macine sembra dover risultare i seguenti vantaggi.

1.° Notabile economia nell'uso della pietra.

2.° Economia di forza motrice, essendo le macine di minor peso ed avendovi diminuzione di attrito.

3.° Diminuzione considerevole del calore che comunica ai prodotti della macinatura l'azione delle parti centrali.

4.° Aumento dei prodotti ottenuti in un dato tempo con la stessa forza motrice.

Le prime esperienze fattesi sembrano dare buoni risultamenti; ma si è osservato che le crusche non erano larghe e si sa quanto ciò interessi ai mugnai; ciò poteva derivare per altro dallo stato delle macine non ancora ben disposte alla macinatura. Un abile mugnaio tuttavia espose il timore che ciò potesse venire dalla circostanza che il grano, il quale nelle macine comuni è attaccato con velocità non molto grande in confronto a quella delle superficie che compiono la macinatura, in queste nuove macine, all'opposto, trovasi frantoassai più rapidamente: in vero in queste ultime la velocità è per lo meno doppia che nelle macine il cui occhio ha soltanto un diametro di $0^m,30$ a $0^m,35$.

Abbiamo cercato di rappresentare in sezione verticale questa disposizione delle macine anulari nella fig. 9 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*. Si compongono, come dicemmo, di pezzi di selce molare *a*, i quali sono adattati in vaschette circolari di ghisa *b*, con parecchie aperture nel fondo, per le quali può scolarsi del gesso per fissarli ed anche occorrendo del piombo per equilibrarli. Questi fori stessi servono a far uscire i pezzi quando si voglia cangiarli. Il ferro che sostiene la macina superiore è formato di una crociera *d* a quattro braccia fissata sull'asse con una specie di mozzo *c*, con guancialetti che possono stringersi a talento, con viti di pressione per poter regolare, occorrendo, la verticalità dell'asse della macina. Lo spazio vuoto lasciato fra questa crociera e l'interno contorno della macina è riempito da una lastra di lamierino *e*, sulla quale cade il grano che la forza centrifuga caccia poi sotto le macine. Il canale di ghisa superiore che contiene la macina mobile è fuso anch'esso con una crociera a quattro braccia, due delle quali tengono bottoni *f* che si impegnano entro incavi praticati alla cima della traversa di ghisa *g* fissata alla cima dell'asse del mulino.

Viollet, dopo aver descritto questo sistema di macine anulari nel suo Giornale delle officine, osserva che essendo sostituita una piastra di lamierino nella macina stabile al centro di essa, dove producesi il maggiore riscaldamento, e nella macina girevole avendovi l'aria in luogo di questa parte centrale, si dee molto meno temere, anche quando le macine fossero stanche e logorate, quel calore che producesi con le macine comuni. Nota bensì come si potrebbe temere che lo spazio anulare

di $0^m,22$ in cui si fa il lavoro non fosse abbastanza grande per una macinatura compiuta; quantunque però le macine fossero ancora assolutamente nuove, si osservò che i primi 4 centimetri bastavano per ridurre il grano ad un tale stato di trituramento che più non rimaneva se non che compiere e perfezionare il lavoro negli altri 18 centimetri, il che sembra sufficiente per produrre una perfetta macinatura, quando le macine sieno perfezionate mediante un certo tempo di lavoro.

La idea, del resto, di fare che le macine agissero soltanto per un anello alla circonferenza era già stata proposta fino dal 1822 per un mulino a braccia da Bertoldi meccanico a Dresda.

Battitura delle macine. Affinchè le macine possano lavorare a dovere, la prima condizione si è che le loro superficie sieno piane perfettamente, e dicemmo nel Dizionario come ciò si ottenga facendo scorrere quella mobile sull' altra con sabbia frapposta, esaminando di tratto in tratto con un regolo intinto di colore se questo tocchi su tutti i punti, e battendo al caso con un martello le parti che fossero molto saglienti, poscia aguzzandole di nuovo con sabbia, come si è detto.

Se le macine tuttavia rimanessero così piane e liscie, il grano sarebbe infranto, ma non si distribuirebbe su tutta la superficie, nè si tritolerebbe e sbuccierebbe opportunamente, quindi, come pure vedemmo nel Dizionario, vi si scavano solchi la cui forma e direzione varia di molto. In Francia, prima che vi s' introducesse la macinatura economica, le macine scalpellavansi alla rinfusa, senza alcuna regolata disposizione, e nel Mantovano seguesi ancora questo metodo, che è però il meno vantaggioso di ogni altro. Ordinariamente questi solchi si fanno in direzioni determinate, come si è veduto nel Dizionario. Il numero e la direzione di questi solchi variano secondo le varie qualità delle pietre onde sono composte le macine, incavandosi, per esempio, alla distanza di 25 a 35 millimetri sulla periferia nelle pietre tenere, e per macinare alla grossa, riducendosi invece a soli 10 o 12 millimetri se la pietra è buona, dura, e se si macina col metodo economico. Inoltre la distanza di questi solchi varia altresì secondo il grano che si dee macinare, facendosi, per esempio, più radi pel formentone che pel fromento. La profondità dei solchi varia da 1 a 4 millimetri, facendoli tanto meno profondi quanto più sono vicini, ma più acuti e taglienti, poichè diversamente si smussano presto. La forma dei solchi deve esser tale che la profondità dell' orlo anteriore di essi non superi la grossezza di un grano di frumento e segua un pendio regolare a piano inclinato.

Si è indicato nel Dizionario quale sia la figura e la direzione che suol darsi più comunemente a questi solchi, e si è veduto come quelli della macina superiore abbiano a dirigersi in senso diverso da quelli dalla inferiore, sicchè vengano ad incrocicchiarsi fra loro. L' angolo che hanno a fare insieme, secondo i pratici più intelligenti, sembra dover essere di 60°; ma è assai probabile che giovi modificare alquanto questo angolo secondo la qualità del grano e della pietra, e la quantità di prodotto che si vuol avere in un dato tempo. Attesa la sezione trasversale dei solchi e l' incrocicchiamento anzidetto di quelli delle due macine, ne segue che le scanalature di queste presentansi fra loro dietro angoli acuti, come si vede nella fig. 10 delle Tav. XCV delle *Arti meccaniche*, in guisa da fare, durante il movimento, l'effetto di altrettante cesoie. Così quando una scanalatura della macina superiore incontra quella corrispondente dalla macina inferiore, formano fra loro la

figura che si vede in g^2. Il grano di frumento che trovasi annicchiato fra esse viene trascinato da destra a sinistra: a misura che la macina gira la sua scanalatura scorre successivamente su tutti i punti della scanalatura inferiore, cosicchè lo stesso grano è ben presto tagliato dagli spigoli degli orli posteriori, come si vede in g^3; quando è più avanzato e giugne, per esempio, in g^4, trovasi polverizzato e condotto alle superficie a contatto che compiono il lavoro.

Questi solchi si fanno battendo colpi leggeri e in direzioni paralelle su tutta la superficie mediante un martello di acciaio fuso e ben temperato, di quella forma che vedesi nella fig. 11. L'abilità dell'operaio consiste nel fare i solchi quanto più regolari e più fini è possibile, sicchè un buon battitore di macine dee avere la esattezza di un cesellatore e fare non meno che 20 solchi nella larghezza di un pollice; avvene di abili che fanno molto di più. Le cure da porsi in questo lavoro sono assai minuziose, e non possono mai essere grandi abbastanza, ben comprendendosi che dalla buona o cattiva battitura delle macine, dipende la buona o cattiva qualità della macinatura. Perciò al primo introdursi della macinatura all'inglese non si osava adottarla, per la grande rarità dei buoni battitori, ma oggidì trovansi molti operai capaci di questa classe. Tuttavia le difficoltà di simile lavoro indussero a trovare una macchina la quale lo eseguisce con sicurezza.

Leistenscheneider e Nolrot ottennero in Francia, il 22 ottobre 1840, un privilegio di dieci anni per una macchina da essi chiamata battitrice *(rhabilleuse)*, e che dicono atta a fare i solchi delle macine da mulino. Questo apparato consiste nel fare ad un tratto la intera solcatura in una data larghezza fra due raggi della macina mediante un certo numero di scalpelli, per esempio di trenta, adattati in una specie di pinzetta che alcuni bocciuoli mossi da un asse a manubrio, sollevano e lasciano ricadere a proposito. Una disposizione annessa alla macchina permette di farla girare e avanzare di un tratto uguale alla larghezza da essa abbracciata ogni volta che è fatto un sistema di solchi. Supponendo ancora che possa battersi un lungo solco con un solo colpo sopra una macina di pietre assai dure, la macchina non potrebbe ancora fare le veci dei battitori, attesochè, come dicemmo, in una stessa macina i pezzi non sono simili, ma più o meno duri, ed i solchi hanno a farsi più o meno profondi e più o meno distanti, secondo la qualità della pietra che un mugnaio esperimentato sa riconoscere a primo aspetto.

Un mugnaio intelligente, Legrand, nel settembre 1841, chiese anch'egli un privilegio per una macchina atta a battere le macine. Ben comprendendo però le difficoltà da vincersi in questa operazione, non cercò realmente di stabilire una macchina, ma soltanto uno stromento che valesse a guidare l'operaio incaricato di questo lavoro, lasciando interamente a sua disposizione del resto la forza ed il numero dei colpi di martello. Imaginò il suo apparato per guisa da ottenere sulla superficie della macina solchi molto regolari mediante una specie di regolo che può girare intorno al centro della macina e fissarsi con una vite di pressione che stringesi alla circonferenza. Su questo regolo avvi un carretto o sostegno mobile che può farsi scorrere lunghesso e che porta lo scalpello destinato a formare gli incavi. La distanza fra questi può farsi regolarissima mediante una guida applicata sul regolo per tale effetto.

Dard di Troies chiese anch'esso un privilegio per una macchina destinata alla battitura delle macine, nella quale tuttavia limitossi, al pari di Legrand, a dirigere la

mano dell'operaio perchè i solchi riuscissero alla debita distanza e ben paralelli. Vedesi il congegno del Dard nelle fig. 1 e 2 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche*. Due guide cilindriche *a* di ferro tornito sono poste sopra un telaio di ghisa *b*, che poggia sulla macina da battere, e che deve essere abbastanza pesante per tenersi ferma al suo posto: un carretto di ghisa *c*, condotto dalle guide *a*, può muoversi liberamente su tutta la lunghezza del telaio, e questo carretto tiene due guancialetti *d* che ricevono una vite *e*. Un cannone *g* che gira liberamente su questa vite, tiene un pezzo *h* disposto in guisa da ricevere l' utensile *l*. L' operaio preme sulla parte schiacciata del pezzo *h*, e sollevà in tal modo il martello che poi abbandona al proprio suo peso per lasciarlo battere sulla macina. Questa disposizione assicura il paralellismo dei solchi, non potendosi muovere il ferro che nel senso delle guide. La distanza poi fra i solchi viene regolata in modo molto ingegnoso: allorquando il carretto che porta il ferro giugne alle estremità della sua corsa, la stella *p*, fissata sulla madre *q*, che fa camminare la vite, incontra l' asta *s*, fissata alla intelaiatura dell' apparato e gira di un certo numero di denti; per conseguenza la vite si avanza di una certa porzione del suo passo, e il ferro viene trasportato dalla stessa quantità mantenendosi paralello. Questa macchina stessa, con poche modificazioni, venne introdotta nell' Inghilterra da Mosè Poole che chiese per essa un privilegio di importazione nel dicembre 1843.

Eseguiti i solchi a mano o mediante alcuna delle macchine sopra descritte, giova, come si disse nel Dizionario, far lavorare alquanto le macine con un poca di sabbia, affinchè si aguzzino meglio gli spigoli dei loro solchi.

Si è detto nel Dizionario con quale frequenza abbiansi a battere di nuovo le macine, cioè ogni sette giorni per lo meno, e quali indizii possano dare i prodotti sul buono o cattivo stato dei solchi delle macine e sulla urgenza più o meno grande di rinnovarli. Gli utensili di cui servonsi i mugnai per rimuovere le macine sono per lo più leve e cunei, con rotoli per farle camminare più facilmente; talvolta vi si adopera con più vantaggio un verricello, come si disse nel Dizionario, e meglio ancora sarebbe che il mulino fosse provveduto di una gru girevole disposta a quel modo che indica la fig. 3 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche*. L' asse verticale A, sostenuto al basso da una bronzina ed in alto da un collare, dovrebbe portare un braccio B, la cui cima potesse successivamente, girando l' asse A, portarsi sopra diversi mulini. Un semi-cerchio G afferrerebbe in due fori fattisi espressamente, la macina superiore o coperchio, e girando le braccia E di una madrevite farebbesi innalzare la vite D, cui sarebbe attaccato il semicerchio D, e quindi anche la macina. Facendo fare a questa un quarto di giro resterebbe disposta come lo è nella figura, e calandola abbasso col girare in senso opposto le braccia E, deporrebbesi nel luogo ove dee farsene la battitura. Il frequente bisogno di questo movimento delle macine renderebbe assai utile questa disposizione, donde si conseguirebbe grande risparmio di fatica e di tempo.

Collocamento delle macine. Scelte dietro le precedenti avvertenze le macine, e indicato il modo di regolarle, molto interessa altresì stabilirle a dovere se si vuole che prestinsi come conviene a quell' officio pel quale sono destinate. Parlando primieramente della macina stabile o fondo, dee questa poggiare sopra solida base di legno, di muro o di ghisa, in modo che la superficie superiore risulti orizzontale perfettamente, e che l' asse cada

nel centro precisamente di essa. Per avere la orizzontalità si suol sostenere il fondo al disotto con tre viti equidistanti poste verso la circonferenza, ed altre tre viti, che premono sul fianco della macina in tre punti pure equidistanti, fanno sì che l'asse venga a riuscirvi esattamente nel centro.

L'asse motore della macina girevole attraversa la macina stabile in mezzo ad un collare di ghisa *a* fissatovi stabilmente, che vedesi disegnato in sezione ed in pianta nelle fig. 4 e 5 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche*. I guancialetti di bronzo *x*, che si possono stringere più o meno mediante il cuneo *z*, mosso dalla leva *d*, abbracciano la parte tornita dell'asse. In *y* vi sono stoppe mantenute sempre inzuppate di olio per conservare la dolcezza del movimento.

Nel coperchio o macina superiore, le avvertenze da usarsi sono molto maggiori e di più grande difficoltà, imperciocchè importa molto che il piano inferiore di essa sia esattamente perpendicolare all'asse che la sostenta, e che sia in perfetto equilibrio su questo asse. Questa ultima condizione, che può raggiugnersi senza grande difficoltà quando la macina è in quiete, diviene invece difficilissima ad ottenersi allorchè gira, a tal che si può affermare nelle grandi macine del diametro di più che due metri non essersi mai ottenuto questo perfetto equilibrio, in modo almeno durevole per 24 ore. La cima dell'asse entrava nel buco del ferro da mulino di esse, e vi si stringeva contro con quattro biette, le quali però ben presto allentandosi lasciavano barcollare le macine, sicchè soffregavansi insieme da una parte mentre erano poco distanti dall'altra. Dacchè si adottarono le piccole macine si giunse a mantenere il coperchio in più costante equilibrio, dando alla cima dell'asse la forma di palla e quella emisferica all'incavo del ferro da mulino, come vedremo.

I costruttori di mulini praticano alla superficie superiore del coperchio, ad uguale distanza, quattro incavi che coprono con una lastra di lamierino e nei quali fondono del piombo per mettere in perfetto equilibrio la macina sulla cima dell'asse. Questo mezzo è molto semplice e soddisfa abbastanza bene al suo scopo; ma gli abili costruttori non se ne appagano, e nel comporre la macina studiansi di riunire nelle varie parti di essa pietre quanto più omogenee è possibile. Il lavoro delle macine fece molto progresso da varii anni per ciò che riguarda questo punto essenziale.

Nell'articolo FERRO *da mulino* del Dizionario (T. VI, pag. 28), diedesi la descrizione e la figura di alcune forme di quel ferro che, fissato sulla macina superiore o coperchio, riceve la cima dell'asse che dee sostenerla e farla girare. Un importante perfezionamento, benchè semplicissimo, fu quello di foggiare emisferica la cavità che riceve la cima dell'asse, e sferica invece questa cima dell'asse medesima, che dicesi allora *puntale*.

La fig. 6 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche*, mostra un ferro da mulino costruito dietro questo perfezionamento, e con le modificazioni che si richiede pei mulini all'inglese. Componesi di una traversa di ferro battuto N N, le cui cime ricurve si incastrano nella pietra stessa della macina. Nel mezzo esattamente di questo ferro avvi una cavità emisferica O che riceve la cima dell'asse T, la quale è di acciaio, e forma una sfera di raggio alquanto minore di quello della cavità O sopraccennata. L'unione dell'asse col ferro da mulino, sicchè lo tragga seco in giro, si opera mediante un cannone di ghisa P formato di due pezzi, uno dei quali montato all'estremità dell'asse tiene lateralmente un'apertura attraversata dal ferro da mulino. Al

disopra di questo ferro, si vede in A la ciotola per l'alimentatore di Conty descrittosi a pag. 62. Un'altra forma di ferro da mulino può vedersi nella fig. 9 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche* applicato alle macine anulari.

Houyau di Angers propose pure di sospendere la macina superiore al suo asse con molle, e dice con grande vantaggio, facendosi il movimento senza scosse, e producendosi minore riscaldamento.

La cima del puntale dee poi collocarsi molto al di sopra del centro di gravità della macina, affinchè l'equilibrio sia stabile. In una macina, per esempio, grossa $0^m,27$, sarà utile disporlo $0^m,15$ al di sopra della superficie inferiore.

Un altro elemento molto importante a considerarsi nella costruzione di un mulino si è la velocità delle macine, vale a dire la strada percorsa in un dato intervallo di tempo da uno dei punti della circonferenza media ossia del centro di resistenza. Fabre e Belidor suppongono che questa circonferenza sia quella che corrisponde a 2/3 del raggio della macina stessa; i Tedeschi in vece, le cui macine hanno un diametro molto minore, collocano il centro di resistenza alla metà del raggio. Questa velocità ha grande influenza sulla qualità dei prodotti, imperciocchè se la macina gira troppo rapidamente, la farina riesce grossa e meno bianca; se oltre a grande velocità la macina è molto leggera, la farina prende meno quantità di acqua, è meno gostosa, meno nutriente e meno sana; se la macina è bassa e gira troppo adagio non si stacca la crusca, che si macina e si mesce con la farina, come si usa pel pane da monizione. Se si lavora del grano non troppo stagionato con una macina bassa e che giri assai rapida, le macine si impastano o si ingrassano. Molte esperienze su questo argomento pubblicarono Belidor e Fabre in Francia, nonchè Wiebeking e molti altri scrittori in Germania. Nel mulino di La Fére, che il Belidor dà per modello vi aveva una macina del diametro di 2 metri che faceva 53 giri al minuto, donde quell'autore deduce che per non riscaldare la farina, una macina non abbia a fare più di 60 giri al minuto. Fabre limita da 48 a 61 al minuto, il numero dei giri di una macina del diametro di $1^m,62$; crescendo la velocità fino ai 68 agli 81, ed ai 95 giri, il riscaldamento della farina diveniva sempre più notabile, ed il pane che se ne faceva sempre peggiore. Wiebeking dà una tavola di osservazioni da lui fatte sui migliori mulini della Pomerania e sul Reno, donde si deduce che il numero di giri delle macine cresce molto prossimamente in ragione reciproca dei loro diametri. I pratici lombardi calcolano la ordinaria velocità dai 100 ai 130 giri al minuto, cosicchè può ritenersi qual termine medio 115 giri per una macina del diametro medio $1^m,40$. In Boemia, dove le macine sono piccolissime, non avendo che $0^m,75$ a $0^m,90$ al più di diametro, si dà loro una velocità che giugne per le più piccole a 180 giri al minuto, ed a 150 per le più grandi.

Allo scopo di stabilire, dietro gli insegnamenti della sperienza, la velocità da assegnarsi al centro di resistenza delle macine, riferiremo nella tavola seguente alcune notizie in proposito, osservando essersi ritenuto nei calcoli donde venne dedotta che il centro stesso sia posto ai 2/3 del raggio nelle macine italiane e francesi, e alla metà in quelle tedesche.

Diametro della macina	Numero dei giri in 1′	Velocità media corrispondente al centro di resistenza in 1″ dietro i calcoli di			Osservazioni
		Navier	Cadolini	Masetti	
Metri	Numero	Metri	Metri	Metri	
2,00	60	4,19	——	4,189	Velocità più conveniente agli ordinarii mulini secondo Belidor.
1,959	53 $\frac{1}{3}$	3,61	——	3,628	Velocità del mulino di La Fére. Questi sono i limiti cui Malouin consiglia di attenersi.
——	148	5,97	——	5,782	Velocità di due mulini esaminati da Lambert.
——	150	6,02	——	5,919	
——	48	2,72	——	2,721	Limiti della velocità che si può dare ad una macina nei mulini comuni senza riscaldare la farina, desunti dalle osservazioni di Fabre sopraccitate.
——	61	3,46	——	3,458	
——	——	6,09	——	——	Velocità di uno dei mulini di Basacle, esaminato da Marivetz.
1,524	90	4,79	——	4,788	Velocità che i pratici inglesi considerano la più opportuna per una macina della contro indicata dimensione,secondo Fenwich.
1,3304	96	——	——	4,458	Mulino di Bologna, esaminato da Masetti.
1,32	86	——	——	3,963	Altro mulino nelle vicinanze di Bologna, con ruota a catini, osservato dallo stesso.
——	——	4,00	——	4,50	Velocità da assegnare al centro di resistenza delle macine, che ritiensi la più conveniente da Navier e Masetti.
1,29	1,32	——	5,943	——	Mulino Beatrice sulla fossa interna al sostegno grande di S. Marco in Milano.

Diametro della macina	Numero dei giri in 1'	Velocità media corrispondente al centro di resistenza in 1" dietro i calcoli di			OSSERVAZIONI
		Navier	Cadolini	Masetti	
Metri	Numero	Metri	Metri	Metri	
1,387	108	—	5,202	—	Mulino Marcellino sulla fossa interna al sostegno piccolo di S. Marco in Milano.
1,357	132	—	6,138	—	Mulino di Porta orientale in Milano, ora distrutto.
1,288	126	—	5,649	—	Mulino di Porta Tosa in Milano sulla roggia Borgognone che si deriva dalla fossa interna.
1,337	114	—	5,301	—	Mulino della Ceresa fuori di Porta ticinese sulla roggia Magolfa detta anche S. Boniforte, che si deriva alla destra del naviglio grande.
1,337	100	—	4,650	—	Mulino della Traversera, situato sulla roggia suddetta.
1,288	108	—	4,842	—	Primo mulino della Barona fuori di Porta Ticinese di Milano, sullo scaricatore del naviglio grande a S. Cristoforo, dove ha principio il Lambro meridionale.
1,31	126	—	5,754	—	Mulino Gandino fuori di Porta Ticinese, sulla roggia Gandino, detta anche cavo Belgioioso, che si deriva dal naviglio di Pavia, al disopra del sostegno detto la Conchetta.

Prendendo una media delle osservazioni fatte sui mulini lombardi, si avrebbe la velocità della macina corrispondente al centro di resistenza di circa $5^m,40$, valore molto superiore a quelli stabiliti da Navier e da Masetti: combinando i varii risultamenti, la velocità media del centro di resistenza può calcolarsi di 5 metri al secondo.

La regolarità del movimento essendo una condizione essenziale per ottenere buone macinature, molto interessa che il mugnaio ed il suo capo operaio sorveglino diligentemente è facilissimo tuttavia conoscere con la maggiore esattezza la velocità delle macine mediante un indicatore, il quale segni sopra una mostra o sopra un arco di circolo graduato, il numero di giri che fanno le macine e metta in moto due campanelli di suono diverso, agli estremi, cosicchè si possa anche ad una certa distanza conoscere se il mulino cammini troppo rapido o troppo lento. Questo effetto si ottiene col pendulo conico od altri analoghi meccanismi, simili a quelli che valgono a regolare l'andamento delle macchine a vapore.

Prima di abbandonare quanto riguarda la macinatura propriamente detta, siccome nel Dizionario si è dato la figura di uno dei mulini moderni a macinatura così detta economica (Tav. XXXVI delle *Arti meccaniche* del Dizionario, fig. 5), e siccome in questo medesimo articolo diemmo il disegno di un mulino comune (fig. 1 della Tav. XCV delle *Arti meccaniche*) così crediamo utile dare qui rappresentato l'insieme di un mulino all'inglese, di uno di quelli cioè, che vengono oggidì preferiti a tutti gli altri generalmente. Perciò nelle fig. 7 e 8 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche* abbiamo rappresentato in pianta ed in alzata la più conveniente maniera per disporre sei paia di macine animate da uno stesso motore.

La pianta che vedesi nella fig. 7 fecesi a diverse altezze: così la macina in f^3, è tutta chiusa e coperta del suo involucro, essendosi levato invece questo in f', ed anche la macina superiore o coperchio per lasciar vedere la macina stabile o fondo; finalmente, in f supposersi levate ambe le macine, e scorgesi il triangolo *b b b*, su cui è posta la macina e che riceve l'azione delle viti di livello. La parte superiore della fig. 7 rappresenta pure sezioni fatte a varie altezze nella parte inferiore, la prima a sinistra a livello dell'ingranaggio che trasmette il moto e le due altre in punti ancora più bassi.

Le macine sono stabilite sopra un solido piano di ghisa D D (fig. 7) sorretto da colonne pure di ghisa *c* che poggiano sopra un massiccio di muro A. La ruota M riceve l'azione del motore e mediante le ruote ad angolo O e P la trasmette all'asse verticale U, il quale porta la ruota Q che ingrana ad un tratto con tutti i rocchetti A montati sugli assi G delle macine. Mettonsi in libertà i rocchetti R sollevandoli con un martinello di forma particolare. Il numero dei denti delle ruote che compongono l'ingranaggio onde abbiamo parlato deve essere calcolato in maniera che le macine facciano 120 giri al minuto, e dipendono per conseguenza dalla qualità del motore. Alle ruote dentate Q R possono sostituirsi coregge, le quali giovano specialmente in quei mulini dove l'azione del motore è intermittente, come nelle macchine a vapore il cui punto morto o di cangiamento di direzione dello stantuffo è sempre sensibile malgrado il volante. In questo caso le coregge devono essere larghe da $0^m,25$ a $0^m,30$ per poter trasmettere la forza necessaria, e si fanno agire mediante rotoli di tensione lasciandole allentate quando non occorre: in tal guisa diviene molto

più facile sospendere il moto di un mulino al bisogno.

Il meccanismo impiegato per regolare la distanza fra le macine sollevando quella superiore è quivi disposto in guisa che il mugnaio non sia per tal fine obbligato e discendere al piano inferiore, come era negli antichi mulini. La bronzina che riceve il pernio dell' asse di ciascun mulino è guidata da un cannone cilindrico, e può venir sollevata dall' asta *l* che è fissata a cerniera ed una leva in bilico la cui sezione vedesi in *p* (fig. 8). La estremità di questa ultima leva è unita ad un' asta *m* che attraversa la colonna di sostegno e termina sul piano dove sono le macine con un pezzo lavorato a vite, e che s' impegna in una madre fissa adattata ad un manubrio a ruota *k*. Facendo girare questa madre mediante il manubrio *k*, sollevasi le leva *p q*, ed in conseguenza la macina. La disposizione di questa leva, con le spranghe *l m*, ed il cilindro che solleva la bronzina, vedesi a parte nella fig. 9.

I tubi *s* conducono il grano agli alimentatori V, dei quali già diedesi la descrizione. Una puleggia montata sull' asse U pone in moto un moderatore a forza centrifuga T, le cui palle si allontanano tanto più quanto maggiore è la velocità con cui muovesi, e che fa suonare un campanello od un altro, come dicemmo, quando la velocità oltrepassa certi limiti o soverchiamente rallentasi.

Abburattamento. Nei mulini comuni, ed anche in alcuni di quelli a macinatura economica od all' inglese, i prodotti della macinatura all' uscir dalle macine venivano passati a dirittura nei buratti, il che portava però grandi inconvenienti, atteso che la evaporazione che questa farina produce, riscaldata come era dall' attrito, ostruiva, le tele dei buratti medesimi e li rendeva meno efficaci al loro offizio. Fecersi quindi importanti modificazioni per evitare questo difetto, mirandosi specialmente a rinfrescare i prodotti del mulino prima che vadano alle macine. Nel 1833 Feray di Essonne chiese un privilegio per nuova disposizione, secondo la quale conducevasi la farina in un grande recipiente circolare posto intorno alla cassa delle macine, alquanto più basso, e che riceveva un moto lentissimo di rotazione, per esporre all' aria i prodotti della macinatura e lasciarli raffreddare. Un innalzatore o noria a cassette, posto in comunicazione con un punto del recipiente, portava i prodotti nei piani superiori per versarli nel raffreddatore propriamente detto o camera a rastrello. Benchè questa disposiziune fosse superiore a quanto si era fatto dapprima, presentava però molti inconvenienti. Il recipiente essendo scoperto producevasi una continue evaporazione di farina che spargevasi su tutti i meccanismi, e formava nei guancialetti e sugli ingranaggi una specie di colla che duvevasi togliere frequentemente; inoltre nei condotti stessi producevasi una pasta viscosa e di cattivo odore che era duopo togliere quasi ogni giorno.

Nel 1836 Cartier, che aveva riconosciuto gl' inconvenienti dei varii modi di ricevere i prodotti della macinatura, trovò una disposizione più comoda e meno costosa. Stabilì soltanto un truogolo circolare di legno o di ferro nella grossezza stessa del tavolato su cui sono le macine, e nel quale rendevasi direttamente ciò che usciva dalle macine mediante piccoli canali inclinati: nell' interno di questo truogolo scorrevano girando assai lentamente alcune pale di legno e conducevano i prodotti verso il meccanismo destinato a trasportarli o sollevarli là dove occorreva. Questa disposizione non evitava però compiutamente la evaporazione della farina, e per giugnere a toglierla quasi totalmente erasi proposto di adattare al

di sopra del recipiente un ampio tubo da farsi comunicare con un ventilatore posto al secondo piano cui venisse dato un moto rapidissimo di rotazione. La farina aspirata da questo ventilatore doveva poscia recarsi, mediante un condotto opportuno, fino al raffreddatore. Questa aggiunta avrebbe forse prodotto un buon effetto; ma alcune vicissitudini avvenute ai mulini dell'inventore non gli permisero di farne lo esperimento.

Darblay partì da un diverso principio nel cercare il miglioramento dei mezzi di raccogliere i prodotti che danno i mulini, e stabilì un calorifero, i cui tubi circolano in qualsiasi direzione si voglia e riscaldano vari condotti, pei quali passano i prodotti del mulino dalla loro uscita dalle macine fino all'ingresso nel raffreddatore. In questa guisa evita, non già la evaporazione, ma la condensazione della parte più volatile della farina. Ne viene invero il vantaggio che quei prodotti che giungono caldi dalle macine sono mantenuti ad una certa temperatura durante il tragitto che hanno a percorrere prima di essere raffreddati ed abburattati, mentre invece non riscaldandoli, raffreddansi più o meno prontamente, una parte di essi formando col vapore alcolico che si svolge e condensasi tutto ad un tratto, una specie di pasta appiccaticcia che attaccasi alle pareti dei tubi dei recipienti e degli innalzatori i quali fa duopo nettare sovente, donde ne vengono, non solo perdite di tempo e sospensioni di lavoro, ma perdite reali nei prodotti che possono giugnere ad uno od anche a due per o/o. Evidentemente non si evita in tal modo tutta la evaporazione, svolgendosi sempre farina volatilizzata che scappa per le menome fessure dei condotti che attraversa. Può dirsi tuttavia che ne sopprime una gran parte, e che rimedia poi all'inconveniente della condensazione, quello che più importa evitare. Realmente dacchè Darblay adottò il caloriferu ebbe pochissima perdita.

Il raffreddatore non è che un grande piano circolare alla cui circonferenza giungono i prodotti della macinatura, e sul quale gira una specie di rastrello che riceve un moto di rotazione, ed avendo i suoi denti alquanto inclinati conduce questi prodotti verso il mezzo dove sono due tubi pei quali si scaricano dopo aver percorso una lunga spirale ed avere così avuto molto tempo di raffreddarsi.

Quanto alle varie forme dei FAULLONI, siccome vennero queste abbastanza descritte a quella parola, così non possiamo che rimandare ad essa i lettori.

Passate così in rivista le diverse parti dei mulini all'inglese, con l'ordine stesso con cui susseguonsi nelle operazioni sui grani, daremo ora una idea del loro costo ed una nota delle varie parti onde si compongono, la quale sarà come un riassunto ed un richiamo alla memoria, di quanto abbiamo descritto finora.

Allorquando si cominciarono a costruire mulini all'inglese la spesa pel meccanismo compiuto, posto in opera e pronto a lavorare, calcolavasi a 10 mila franchi per ciascun paio di macine; vale a dire che un mulino a sei paia di macine avrebbe costato 60 mila franchi, non compreso l'edifizio e ciò che lo riguarda. La gara modificò poscia alquanto questo prezzo, e lo stesso meccanismo ora non costerebbe più che 50 mila franchi.

La nota seguente può servire di ottima guida, essendo fatta da uno dei più abili ed onesti fabbricatori francesi, dolendoci però che siasi fissato il prezzo soltanto del tutto insieme.

La ruota idraulica compiuta larga 15 piedi ($4^m,87$) del diametro di 15 piedi ($4^m,87$) comprese le sue palc e le cateratte necessarie.

Due travicelli che portano le bronzine degli assi delle macine e loro rotoli;

Una prima ruota diritta del diametro di 10 piedi 8 pollici (3m,464).

Un primo rocchetto diritto del diametro di 3 piedi e 6 pollici (1m,055).

Una ruota ad angolo del diametro di 8 piedi (2m,598).

Una grande bronzina;

Un asse verticale in quattro parti;

Quattro collari;

Quattro paia di cannoni d'unione pel detto asse;

Un rocchetto ad angolo del diametro di 3 piedi (0m,974);

Ruota orizzontale di 8 piedi e 4 pollici (2m,706);

Una ruota ad angolo del diametro di 5 piedi (1m,62) pel nettamento e pei buratti;

Due rocchetti da 20 per gli stessi oggetti;

Un meccanismo compiuto per sollevare i sacchi, meno il cavo e le pulegge di rinvio;

Tutte le chiavarde necessarie;

Una gru per sollevare le macine;

Ossatura.

Un piano formato in due parti;

Sei colonne di ghisa;

Una cornice da un solo pezzo;

Sei cassette a grascia;

Sei simili con meccanismo per regolare la macinatura;

Sei assi per le macine;

Sei rocchetti di 24 pollici (0m,648);

Sei tubi da porsi nel foro della molla inferiore;

Sei ferri da mulino e loro accessorii;

Sei triangoli porta macine;

Sei paia di macine di quattro piedi (1m,299);

Sei casse per le macine;

Sei casse sotto alle macine;

Tutte le chiavarde necessarie.

Nettamento.

Primo nettatore con ventilatore;

Due cilindri crivellatori;

Un battitore a sei alie con ventilatore;

Un paio di cilindri acciaccatori;

Tutti gli innalzatori e conduttori necessari;

Tutti gli assi orizzontali tamburi, pulegge, sostegni e coregge necessari.

Frulloni.

Sei frulloni tanto per farina che per crusca od altro, coi loro cofani e truogoli di alimentazione, ma senza i veli;

Un recipiente circolare;

Un grande innalzatore;

Una vite conduttrice per portare la farina al rastrello;

Un rastrello raffreddatore;

Sei alimentatori;

Tutti gli assi orizzontali, loro sostegni, tamburi e coregge necessarie;

Tutti gli innalzatori e conduttori occorrenti;

Carriuole e bilance coi loro pesi;

Due insaccatoi;

Il tutto posto in opera, compiuto e pronto ad agire risulta del prezzo di franchi 51500, restando a carico dell'acquirente il trasporto, occorrendo sei mesi per la esecuzione e collocamento in opera dei meccanismi e guarentendosi questi per un anno.

Quanto alle spese necessarie per ridurre in farina una data quantità di grano queste variano necessariamente e dipendono: 1.° dal prezzo che ha costato il mulino e dall'interesse che dee produrre; 2.° dalla combinazione dei meccanismi; 3.° dalla qualità delle macine; 4.°

dall' ordine introdotto nel lavoro; 5.° dal capitale impiegato in giro. È molto difficile pertanto determinarle; in generale tuttavia si calcola che la macinatura di un ettolitro di grano costi da un franco ad un franco e mezzo.

Un metodo di macinatura analogo a quella economica che si adopera in Francia per ottenere farina di qualità scelta particolarmente e con la quale si fanno pani bianchissimi da lusso, è il seguente, che crediamo utile di far conoscere prima di passar oltre.

In questa macinatura si ha per iscopo di ottenere molti tritelli, che sono la parte più dura e più secca del grano; quindi tengonsi le macine assai meno vicine che col metodo all' inglese, ove si opera per pressione e cercasi invece di ottenere meno tritelli che sia possibile. È duopo che le macine sieno di pietra un poco più ardente che per la macinatura ordinaria; quella girevole dee essere alquanto concava, in guisa che il grano venga macinato grado a grado dal centro delle macine fino alla circonferenza, osservando che dee essere fatto rotolare nel cuore delle macine, leggermente schiacciato a metà di quelle e soltanto sfiorato alla estremità di esse. In tal modo sbucciasi soltanto il grano dalla sua scorza.

I tritelli devono essere di grossezza uniforme e ben netti, chè sarebbe grave difetto il macinarli troppo leggermente, mentre in tal caso non sarebbero bene staccati dalla crusca; se ne avrebbe molti, ma la massima quantità sarebbero bigi, ed avrebbesi pure molta farina bigia e molta perdita. Sarebbe pure un difetto il macinare con troppa forza, cioè con le macine troppo riavvicinate, mentre i tritelli verrebbero schiacciati in gran parte, sarebbero difficili a separarsi con l' agitazione, come vedremo, e darebbero poco del prodotto che si ricerca. È cosa essenziale che la macinatura sia uniforme, che non vi abbiano tritelli molli e duri, fini e grossi, altrimenti l' abburattamento riuscirebbe male. Finalmente, come in qualsiasi macinatura, occorre che la macine sieno ben livellate e battute al punto conveniente. I grani che meglio si prestano a questa macinatura sono quelli grigi e duri, imperciocchè i fini e teneri darebbero pochissimi tritelli e di mediocre qualità.

Prodottasi la prima macinatura ed ottenuti i tritelli, si depurano con un crivello leggero, il cui fondo è munito di pelle forato con grande finezza. Per maneggiare questo crivello con buon esito occorre grande abitudine; girasi con un moto orizzontale di una mano verso l' altra, e scotesi leggermente come per battere ad ogni giro di alto in basso. In tal guisa s' innalzano alla superficie dei tritelli che sono nel crivello un pochi di cruschelli che si levano mano a mano. Non è per la differente grossezza che si fa questa separazione e quella della farina che passa attraverso la pelle del crivello, ma a motivo delle differenze di peso specifico, e per effetto del movimento composto che le si dà perpendicolare ed orizzontale ad un tratto. Questi tritelli così preparati servono a fare belle farine onde si hanno pani bianchissimi.

Paragonando ora fra loro i varii sistemi di macinature, e principalmente quella all' inglese e quella economica, osserveremo che per dare su di esso un equo giudizio non basta attenersi alla quantità di farina che producono, ma è duopo tenere conto oltresì della qualità di questa farina.

In generale si ritragge dal grano quanta farina si vuole; così con la macinatura alla grossolana che si usa pel pane della armata non si separa con l'abburattamento che un 10 a 12 per o/o di crusca, e tutto il resto serve a fare del pane. Spesso

è avvenuto altresì ed avviene tuttora che non si faccia nessuna separazione pel pane militare, e che, ad eccezione di un piccolo calo dovuto alla evaporazione, tutto il prodotto della macinatura venga ridotto in farina. È certo che il grano analizzato chimicamente non contiene che una piccolissima porzione di crusca, vale a dire uno, due a tre per o/o, mentre invece coi metodi di macinatura attuali se ne separa un 20 per o/o, lo che dimostra quanto la macinatura sia lontana dalla perfezione cui può aspirare. Vi sono alcuni grani bianchi di Napoli, di Danzica ed altri che possano macinarsi senza estrarne nulla, e che danno tuttavia un pane di colore e sapore piacevoli.

La farina indicata nelle note di confronto che diamo qui appresso delle varie macinature è quella buona ed atta all'uso dei panattieri più accreditati.

Macinatura americana.

Prodotto di 100 parti di grano:

1.ª Operazione. Farina di grano di 1.ª qualità	66	78
2.ª Operazione. Farina di tritelli 2.ª qualità	10	
3.ª Operazione. Farina bigia	2	
Grossa crusca a 20^chil. all'ettolitro	6	20
Piccola crusca a 24 id.	6	
Cruschelli da 28 a 30 id.	5	
Rimacinature da 45 id.	3	
Calo		2
		100.

Macinatura economica.

Prodotto di 100 parti di grano:

1.ª Operazione. Farina di grano 1.ª qualità	36	76
2.ª — — — detta di tritelli	18	
3.ª — — — detta di 2.i detti	10	
4.ª — — — detta di detti 2.ª qualità	6	
5.ª — — — detta bigia	3,50	
5.ª — — — detta bigia inferiore	2,50	
Grossa crusca 17 a 18^chil. all'ettolitro	5	22
Piccola crusca 20 a 23 id.	6	
Cruschelli 23 a 30 id.	6	
Rimacinature 42 a 45 id.	5	
Calo		2
		100.

Si è detto più sopra che le farine che servono a confrontare i prodotti di queste due maniere di macinatura erano quelle atte a servire ai panattieri più diligenti; per giudicare quale macinatura meriti la preferenza, stabiliremo il valore in denaro

di ciascuna di esse. Supponiamo che 100 chilogrammi di farine bianche di prima qualità, quali la richieggono i migliori pasttieri, paghinsi 30 franchi, ed avremo le proporzioni seguenti:

Macinatura americana.

72 chil.	di farina 1.ª a 30 fr. al 100	21,60
4	di farina 2.ª a 25	1,00
2	di farina bigia a 15	,30
12	di crusca grossa o macinata	3,00
5	di cruschelli	,66
3	di rimacinature	,40
		25,96.

Macinatura economica.

64 chil.	di farina 1.ª a 30 fr. al 100	19,20
6	di farina 2.ª a 25	1,50
6	di farina bigia	,90
22	crusca, cruschelli, ecc.	3,36
		24,96.

Da questo risultamento si vede che, supponendo ancora che le farine dette di prima qualità provenienti dalla macinatura economica si vendessero allo stesso prezzo di quelle che provengono dalla macinatura americana, lo che non è vero, avendovi nel commercio una differenza a vantaggio delle seconde, rimarrebbe tuttavia un guadagno di 1 fr. per ogni quintale a favore del sistema della macinatura per sola pressione. La ragione sta in ciò, che siccome questo sistema opera comprimendo il grano, e non lacerandolo, la crusca polverizzasi meno, a meno si mesce, per conseguenza, con la farina, donde ne segue che il sistema di macinatura americana dà una quantità maggiore di farina bianca che l'altro.

Indipendentemente poi dal metodo di macinatura adottatosi, il modo come questa viene diretta e regolata può molto influire sulla qualità delle farine. Se la velocità delle macine è troppo accelerata, le farine si riscaldano, le parti saporose del grano sviluppate dalla triturazione si volatilizzano, il glutine prova una specie di decomposizione, scema di elasticità e di tenacità, e la farina non prende corpo quando si vuol impastarla, e si mollifica. La Società d'incoraggiamento di Parigi avendo proposto 3000 franchi di premio per un metodo che fosse atto a valutare in maniera sicura, facile e pronta la qualità delle farine applicabili alla panificazione, lo accordò nel marzo 1842 a Robine. Crediamo utile cogliere la occasione di questo articolo per farlo conoscere ai lettori, ciò che non potemmo all'articolo FARINA, che si stampava nel 1839.

Si sa che la migliore farina è di un bianco giallognolo, dolce, secca, pesante, che s'avviticchia alla dita allorchè è

premuta con la mano, e forma una specie di pallottola, non ha odore, ed il suo sapore è quello della colla di pasta fresca. La farina di media qualità è d' un bianco più sbiadito, e se la si stringe fra le mani, sfugge interamente, quando però non provenga da grano umido.

La maniera usata dai panattieri, per giudicare della qualità d' una farina, consiste a comprimerla, a spianarne la superficie e ad elevarla all' altezza dell' occhio, a fine di vedere i punti grigi o rossi che può contenere. Se ne forma quindi una pallottola, mollificandola con acqua: se la pasta diseccando all' aria prende corpo e si allunga senza rompersi in pezzi, è una prova che la farina è stata ben macinata, e deriva da un grano di buona qualità. Se in vece questa pasta, maneggiandola, si attacca alle dita, principalmente quando la si distende per ogni verso, se ne può concludere che la farina è di media qualità.

Questo modo di prova non è per nulla sicuro; giacchè, se non si dà tempo all' acqua di combinarsi con la farina, se questa non si mollifica abbastanza, o se resta troppo lungo tempo nell' acqua perchè diventi flessibile ed elastica, la pasta, ben lungi dallo allungarsi, si rompe, e può far credere che la farina sia di media qualità.

Per giugnere a sciogliere il problema proposto dalla Società d' incoraggiamento, le viste di Robine furono rivolte dapprima sulla soluzione completa del glutine diffuso intimamente nella farina di frumento dall' azione della macina, e sui mezzi di conservare ad esso la sua elasticità nell' estrazione. Nelle prove fatte ha trovato: 1.° che il glutine acquista della consistenza nell' acqua fredda, diventa cedevole nell' acqua tiepida, s' ammollisce nell' acqua calda, e perde la sua consistenza nell' acqua vicina a bollire; 2.° che

gli acidi minerali lo trasformano in una materia che l' autore paragona al bitume; 3.° che gli acidi vegetali lo sciolgono più o meno; 4.° che, in fine, è totalmente sciolto nel lievito.

Dopo avere stabilito questi fatti, Robine triturò il glutine con l' aceto, a fine d' ottenerne l' intera soluzione; ma non vi è riuscito che per mezzo dell' acido acetico ridotto ad un certo grado di concentrazione.

Allo scopo di giudicare della qualità delle farine, fece costruire uno strumento ch' egli chiamò *valutatore delle farine*, ed è fondato sulla proprietà che possede l' acido acetico debole di sciogliere tutto il glutine e la materia albuminosa contenuta nella farina senza intaccare la materia amidacea, e sulla densità che acquista la soluzione di quelle sostanze nell' acido acetico. Si comprende allora che, trattando un peso determinato di farina con l' acido acetico, questo scioglierà tutto il glutine e la sostanza albuminosa, e fornirà un liquore più o meno denso, secondo che il glutine e la sostanza albuminosa saranno più o meno abbondante. Se si immerge in quel liquore un areometro proprio a determinare la sua densità, si intende che si approfonderà tanto meno quanto più sarà denso il liquore, e tanto più quanto minore sarà la sua densità. Si comprende quindi che tanta maggior quantità di pane dee rendere una farina, quanto più il liquore risulterà denso; giacchè si sa che una farina fornisce tanto più pane quanto più glutine e sostanza albuminosa contiene.

Se si divide la scala di questo areometro di maniera che ciascun grado rappresenti un pane del peso di 2 chilogrammi, impiegando una quantità di farina rappresentata da un sacco di 159 chilogrammi ed una quantità data d' acido acetico, si vedrà che quanto meno l' istrumento si

affonderà nella soluzione, più la farina sarà atta a rendere di pane, e potrà essere considerato come di buona qualità, purchè il glutine sia di buona natura.

Ecco la maniera di fare il saggio dietro questi principii. Si prepara dapprima dell' acido acetico, che si allunga con acqua distillata, finchè viene con la sua densità a raggiungere il grado calcolato dello strumento, sul numero 93, avendo cura di portare questo liquido alla temperatura di 15 gradi centesimali. Importa molto che la densità dell' acido allungato sia rigorosamente determinata dal valutatore delle farine, senza di che un acido d' un grado troppo elevato indicherebbe un prodotto di pane più considerabile di quella che darebbe la farina, o viceversa.

Si prendono 24 gramme metriche di farina di prima qualità o 32 gramme di quella di seconda qualità; si pongono in un mortaio di porcellana e si danno due o tre colpi di pestello, a fine di rompere i grumi; vi si aggiungono 183 gramme di acido acetico, preparato come superiormente si è detto, si tritura per 10 minuti, allo scopo di sciogliere bene il glutine, poscia si versa il tutto in un recipiente per le prove o *provino*, che si ricopre con carta e si colloca nell' acqua a 45 gradi, e si lascia in riposo per un' ora la soluzione, che è lattiginosa. Si produrrà allora un precipitato formato di due strati: l' uno inferiore, di acido; l'altro superiore, di crusca; e il liquido soprannotante terrà in soluzione il glutine nell' acido acetico. La superficie del liquido si coprirà d' una schiuma che si leverà con un cucchiaio. Dalla sola ispezione dei prodotti in tal modo separati si può riconoscere la qualità della farina, la bianchezza e la qualità del pane che dee produrre.

A capo d' un' ora si decanta il liquore chiaro in un provino; si attendono due o tre minuti poscia vi si colloca il valutatore delle farine, e si osserva fino a qual grado si immerga; questo grado indica la quantità di pani da due chilogrammi che si otterranno per ogni 159 chilogrammi di farina. Una farina ordinaria di buona qualità dee segnare da 101 a 104 gradi sullo strumento, vale a dire che un sacco di farina di 159 chilogrammi dee fornire da 101 a 104 pani del peso di 2 chilogrammi.

Se si vuole proseguire l' esperienza per conoscere esattamente la natura del glutine, la sua qualità o la quantità disciolta, si satura a parecchie riprese il liquido con bicarbonato di soda: si produce un' effervescenza; il glutine abbandona il suo dissolvente e viene a galla sulla superficie dell' acido, che cangia di colore; si raccoglie sopra una tela molto fitta, si lava con acqua fredda, e si otterrà allora per intero il glutine dotato di tutte le sue proprietà.

Desiderando Robine di chiarirsi con l' esperienza, operò sopra un sacco di farina che conteneva il 10 per 100 di fecula. Il valutatore delle farine gli ha dato 97 pani, e col lavoro in grande 97 1/2. Un altro sacco, senza la mescolanza della fecula, diede allo strumento 101, ed a questa indicazione corrispose il prodotto avutosi nel lavoro.

In fine volle che le sue esperienze fossero confermate da altri panattieri; in conseguenza, pregò parecchi dei suoi confratelli di rendergli un conto esatto del prodotto d'un sacco di farina, e di rimettergli una mostra di questa, pregandoli di far cuocere queste farine separatamente dalle altre, e prevenendoli che loro annunzierebbe la quantità e la natura del pane che avrebbero ottenuto. Tenne nota del prodotto, e li indusse a fare altrettanto; confrontando i risultamenti, trovò d' avere indicato il valore d' una farina sotto l' aspetto della quantità di pane ot-

tenuta con l' esattezza di circa un mezzo pane, valutazione ben sufficiente per un lavoro in grande.

Oggidì Rubine non fa più macinare il suo grano come prima da un mugnaio che godeva la sua confidenza; ma compera le sue farine, dopo avere riconosciuta la loro buona qualità con l' aiuto del valutatore delle farine.

Riassumendo, diremo che l' uso del metodo descritto dà la certezza al compratore di non potere più essere ingannato sul valore, sulla purezza e sulla qualità delle farine e sul loro prodotto. Tuttavolta Rubine non ha graduato il suo strumento che sopra una farina a media secchezza, quale proveniva da un sacco di farina del peso di 159 chilogrammi, come si fa generalmente per tutto. Se la farina fosse troppo umida, produrrebbe di più al forno che non indicasse lo strumento; ma il pane che provenisse da questa farina, comparativamente a quello della farina anzidetta, perderebbe molto per la evaporazione nel forno.

Le farine di seconda e terza qualità possono essere assaggiate coo lo stesso mezzo, quantunque posseggano un glutine meno bello e in minor quantità, ma sono più ricche di parti estrattive.

Dei mezzi di conservare la Farina si è detto abbastanza a quella parola.

Quanto alle crusche, cruschelli ed altri prodotti accessorii che si ottengono oltre alla farina dalla macinatura dei grani, e formano pressochè il quinto di essi, sono questi un cibo assai utile e grato pei cavalli, per le pecore e per le giovenche, e quanto più contengono di farina, tanto ne è migliore la quantità; ma, come vedemmo, è interesse invece del mugnaio che sieno quanto più leggeri e netti è possibile.

Sulla macinatura degli altri grani, oltre al frumento, avvi pochissimo a dire, dovendosi stare alle medesime norme. Per ben macinare la segala, l' orzo e simili conviene avere macine ben diritte, ben battute e bene spianate. Questi grani, che in alcuni paesi formano gran parte del nutrimento di quelli che abitano la campagna, sottopongonsi al mulino quasi sempre mesciuti con una parte più o meno grande di frumento. Questo miscuglio è tuttavia un ostacolo alla buona macinatura, imperocchè i grani di frumento, di segala e di orzo differiscono di grossezza e di densità.

Nel parlare fino a qui dei mulini da farina ci siamo attenuti, come si è veduto, a trattare di quelli usati comunemente, nei quali, cioè, deesi l' effetto a due macine disposte orizzontalmente, quella inferiore stabile, e quella superiore girevole sopra di essa. Tale si è in fatto la disposizione che parve finora meglio corrispondere allo scopo, tutto al più, con l' aggiunta di cilindri acciaccatori, i quali preparassero il grano più o meno alla azione delle macine. Tuttavia non vogliamo passare sotto silenzio le altre fogge di mulini propostisi, e per la storia dell' arte, acciò quelli che volessero fare qualche studio in proposito sappiano quanto già venne proposto o tentato, ed anche nella speranza che forse qualcheduno di questi mezzi possano ricevere maggior perfezionamento, e rendersi utili, od almeno mettere sulla via di qualche analogo e più perfetto ritrovamento.

Primieramente, esaminando quei sistemi che meno si discostano dal comune, noteremo come Baron Bourgeois propose di far girare in senso opposto entrambe le macine, disposizione, della quale però non sappiamo vedere il vantaggio, sembrandoci che vada a complicarsi inutilmente il meccanismo, e non altro, dappoichè l' effetto fra le due superficie soffreganti essere dee quel medesimo, sia che la macina superiore giri con una data ve-

locità e la inferiore stia ferma, sia che girino entrambe con velocità metà minore della precedente.

Ad altri parve un difetto la grandezza ed il peso delle macine adoperate comunemente, per cui la erezione e manutenzione dei mulini rieseono assai costose; inoltre osservarono che nelle grandi macine spesso evviene che la parte centrale, quella intermedia e la estrema non sieno in perfetta armonia, e che l' una di esse agisca male, mentre l' altra è convenientemente disposta. Ad evitare questi inconvenienti, pensossi, assai prima, a quanto sembra, nell' Inghilterra, poscia anche in Francia. Cotterill ed Hill di Walsal nello Staffordshire invece pertanto di usare un semplice paio di macine grandi e pesanti, proposero di adoperare due paia di macine di minor diametro, ed intorno al primo paio sospesero ed egitarono una specie di frullone circolare che riceveva il prodotto mano a mano che ricadeva liberamente dalle macine, ne separava quella porzione di fiore che era abbastanza ridotta, e lasciava cadere il resto sul secondo paio di macine.

In Francia Grellet di Rouen dispose anch' esso varie macine di piccolo diametro, fra le quali passa successivamennte il grano. Collocò verticalmente gli uni sopra gli altri i seguenti apparati. Una tramoggia in cui gettasi il grano, crivelli o nettatori, un cilindro grattugia a ventilatore, tre macine disposte sul medesimo asse e setacci di tela di varii numeri per abburattare la farina. L' asse verticale che fa agire tutti questi apparati è diviso in varie parti riunite mediante pezzi e cannone, e disposte in guisa da lasciare ai ferri delle tre macine la libertà necessaria per oscillare, acciocchè le macine stesse potessero esattamente applicarsi su quelle stabili. Alcune spazzole stabilite fra questi pezzi diversi sono disposte in guisa da agire sulle materie e da condurle alle aperture per le quali passano da un apparato in un altro.

Bogardus, ingegnere americano di Nuova York, per sua parte ha anch' esso inventato una nuova foggia di mulino che pretendesi anche abbia ottenuto qualche favore gli Stati Uniti. In questo mulino, che egli chiama *eccentrico*, le due macine girano nella stessa direzione e con velocità quasi uguale intorno a centri distanti circa 25 a 30 millimetri l' uno dall' altro. Il centro dell' una di queste macine rimane in un medesimo punto fisso, e gira sopra un asse che mai non varia di posizione, mentre invece l' altra macina riceve un movimento eccentrico dal motore principale mediante una coreggia od un ingranaggio. Allora i solchi circolari fatti sulle macine agiscono come coltelli girevoli, ed operano nei due sensi, lo che produce un movimento particolare di torcimento, di taglio e di scorrimento, perfettamente adattato a qualsiasi lavoro di macinatura u di polverizzazione, secondo quanto crede l' inventore. Sarà a vedersi se la esperienza confermi queste speranze.

Le principali varietà di mulini tuttavia e quelle che più si discostano dalla forma dei mulini comuni riferisconsi e quei piccoli mulini che volevansi far muovere a braccia d'uomini o, tutto al più, da animali, pel quale effetto, come già vedemmo, le disposizioue ordinaria nun dà buoni risultamenti. Si disse perciò e nel Dizionario a nel principio di questo articolo stesso di quante sorta di forme fossero i mulini presso gli antichi, quando, cioè, facevansi tutti agire e quel modo. Oggidì però siffatte specie di mulini possono ridursi alle cinque classi seguenti: 1.° mulini a macine verticali; 2.° mulini che operano con la circonferenza; 3.° mulini a cono; 4.° mulini a cilindri; 5.° mulini

a grattugia. Parleremo separatamente e con brevità di ciascuno.

Mulini a macine verticali. Le due macine, una delle quali sta ferma e l'altra gira, soffregandosi insieme le loro basi, sono in questi mulini disposte verticalmente anzichè orizzontali. Due di queste specie, l'uno di Molard, l'altro detto *americano*, vennero descritti e disegnati nel Dizionario. Qui aggiugneremo che nel blocco di Venezia del 1813 il Locatelli trasse molto partito da mulini analoghi a quelli di Molard con macine di pietra lavorate con molta esattezza.

Mulini che operano con la circonferenza. In un'opera intitolata *Machinae novae Fausti Venantii siceni*, scritta nelle cinque lingue, latina, italiana, spagnuola, francese e tedesca, trovansi descritte da quell'ingegnere, che fioriva verso la fine del secolo XVI, molte invenzioni che vennero riprodotte come nuove in questi ultimi tempi. Fra queste vi si parla di un mulino portatile a macina metallica verticale, scanalata minutamente sulla sua superficie cilindrica, ed avvolta alla parte inferiore da una superficie stabile, metallica anch'essa, concentrica e scanalata analogamente, il tutto essendo chiuso in cassetta di ferro. Dimenticata dappoi questa idea, venne tornata in campo da Maitre de Villote, e dopo da Th. Nodler, i quali stabilirono, dietro questo sistema, mulini di costruzione leggera ed assai seducente; ma non giunsero finora a vincere la grande difficoltà che consiste nella variabilità dei pernii sui quali è sostenuto l'asse della macina girevole, e la quasi impossibilità di tenere le due macine in perfetta relazione fra loro. Non possono, in conseguenza, ottenere crusche perfettamente nettate, e sono costretti di rimacinare, lo che è un sistema vizioso, come notammo più sopra.

I mulini di Maitre e Nodler sono tuttavia i più adattati di tutti ai casi eccezionali che possono far adottare i mulini a braccia o ad animali. Nelle armate potrebbero tornare utilissimi agendo durante la strada. La fig. 10 della Tav. XCVI delle *Arti meccaniche* rappresenta l'insieme del mulino del Nodler, toltone l'involucro di legno che ha per iscopo di evitare la evaporazione della farina più volatile. La fig. 11, eseguita più in grande per farne meglio conoscere i particolari, è una sezione che mostra: 1.° una parte soltanto della macina girevole; 2.° la totalità della macina stabile col mezzo di riavvicinamento o di allontanamento che forma la base dell'invenzione di Nodler.

Ecco la descrizione di questo mulino. A è la macina col suo asse ed i suoi guancialetti di bronzo; B è la macina stabile sostenuta da due eccentrici C, entrambi di uguale calibro, i cui assi poggiano sopra guancialetti; D è l'asse della macina girevole cui è adattata da un lato una puleggia che riceve l'azione del motore mediante una coreggia; l'altra cima di questo asse comunica col distributore del grano da macinarsi; E sono gli assi dei due eccentrici; *b b'* sono due pezzi che appoggiano contro la parte esterna della macina stabile B, combaciando con la circonferenza di essa da un lato. Il pezzo *b* tiene inoltre un incavo semi circolare che abbraccia con esattezza metà della circonferenza dell'eccentrico sul quale si posa, ed il pezzo *b'* poggia contro l'altro eccentrico col lato suo verticale che si mantiene sempre tangente all'eccentrico stesso. In tal guisa, come si vede, la macina stabile B non può avere altro movimento tranne quello che le comunicano gli eccentrici di cui si è parlato, girando i quali in un senso o nell'altro, avvicinasi od allontanasi più o meno la parte superiore o quella inferiore della macina stabile alla macina mobile: H H, nella fig. 9, sono archi di circolo

dentati che comunicano con questi eccentrici; O O sono spranghe di ferro con viti eterne che servono a far muovera gli archi di circolo stessi.

In tal guisa comprendesi che, determinata che siasi la posizione della macina stabile B, la macinatura non può provare alcuna variazione. Vedesi pure con quale esattezza possansi regolare le macine, bastando riavvicinare poco a poco quella stabile a quella mobile, perchè questa ultima, toccando l'altra in alcuni punti, indichi dove abbisogni di essere ritoccata. La prima cura però esser dee quella di rendere perfettamente cilindrica la macina girevole, lo chè si ottiene mediante un regolo posto sull' ossatura del mulino e paralello all'asse di questa macina.

Mulini a cono. Si è veduto in questo articolo del Dizionario come i primi mulini a macine degli antichi fossero per lo appunto di questa forma, sicchè malamente accamperebbersi pretese d' invenzione quanto al principio sul quale si fondano, e nell'opera del Ramelli, stampata a Parigi nel 1588, trovasi descritto anche un mulino da grani formato di un cono di metallo che gira in altro concentrico, similmente a quella disposizione che osservasi nei comuni macinelli pel caffè. Questa disposizione, simile affattu o con piccole differenze, venne più volte ed in parecchi luoghi tornata in campo, e si è veduto in questo articolo nel Dizionario come fra gli altri il maresciallo Marmont ne traesse buon partito. Alcuni, invece che gettare il grano per di sopra nella parte più larga del cono, disposero il nocciuolo orizzontalmente, e vi fecero cadere il grano per un' apertura di fianco, come accostumasi fare talvolta anche pei macinelli da caffè. Del resto, questi mulini, per la semplicità e facilità di loro costruzione, vengono spesso anteposti alle altre specie di mulini a braccia, in quei casi nei quali si è costretti ricorrere all' uso di questi per la mancanza di altri mezzi migliori di macinatura dei grani. Avvertendo massime di far sì che il grano proceda lentamente, e facendo che la distanza fra il nocciuolo e l' imboto in cui gira vada gradatamente diminuendo, può ottenersi una discreta macinatura in tal modo.

Mulini a cilindri. L' applicazione fattasi a moltissime operazioni meccaniche dei cilindri di ghisa o di acciaio che girano in senso inverso, accoppiati a guisa dei laminatoi, destò speranza che l' azione di essi potesse convenire altresì alla macinatura o polverizzazione dei grani. Molti meccanici, in fatto, costruirono macchine di questo genere, ed annunziarono averne avuto risultamenti ben superiori a quelli che si avevano mediante le macine.

Ressel, impiegato boschivo in Trieste, imaginò un mulino di questo genere composto di due grossi cilindri di ghisa multo dura o di acciaio, resi scabri alla superficie con picchiettature fattevi regolarmente a scalpello, e disposti in guisa che l' uno girasse con velocità maggiore dell' altro. In tal modo venendo il grano assoggettato nel passaggio fra essi, oltrechè all' acciaccamento, ad un soffregamento o atrisciamento, sperava poter avere, nel breve tratto di loro passaggio, un effetto simile a quello delle macine, e forse ancora più perfetto, con molto minore spendio di forza. Recatosi a Parigi per far valere il suo trovato, ed ivi legatosi in società con Garçon Molard, questi stampava, nel 1829, un prospetto, nel quale annunziava che con questi mulini a cilindri ottenevasi da 75 a 85 per o/o del grano in farina, e che, ripassando nel suo mulino le crusche date dai mulini comuni, potevasi ancora ricavarne un 8 per o/o di farina, ottenendone 16 chilogrammi all' ora. Sfortunatamente l' esperienza dimostrò essere stati molto esagerati quegli annunzii. Ben

lungi dal dare maggiori prodotti di farina i grani macinati coi cilindri di Ressel lasciavano la crusca troppo ricca, che era indispensabile rimacinare, operazione fatale sempre al mugnaio, queste rimacinature della crusca non dando mai che farine inferiori. Qualunque metodo che renda necessaria questa rimacinatura delle crusche può reputarsi senza altro difettoso, qualunque sia la bianchezza dei primi prodotti che procura; soltanto la macinatura dei tritelli, come dicemmo, ammette questa rimacinatura, ed anche in quel caso si osserva sempre che la prima farina che ne risulta è inferiore e si riguarda come di seconda qualità. Avendosi stabiliti dei mulini col sistema del Ressel da due mugnai di Francia, si riconobbe nella pratica la inferiorità dei cilindri per la macinatura. Era grandemente difficile tenerli così bene stretti e fermi sui loro pernii che il loro contatto si mantenesse sempre perfettamente paralello ed orizzontale. Ad ogni poco che questi pernii od anche l' uno soltanto di essi si allentasse, si comprende che il grano si ecciaccava senza venir franto abbastanza, che la crusca rimaneva troppo grossa, e che la farina non riducevasi in fiore. Questo inconveniente arriva bensì talvolta anche nelle macine orizzontali; ma se, atteso un movimento verticale qualunque, il grano non è schiacciato abbastanza, viene ripreso un po' più lontano sotto la macina, e ciò spiega in qual modo giungasi ad avere farina anche con macine mal poste in opera, mal dirizzate e battute. I cilindri disposti con uguale trascuratezza sarebbero ben lungi dal fare lo stesso offizio.

I mulini a cilindri non sono adunque in fatto se non che mulini acciaccatori, che convengono ottimamente per frangere ed acciaccare ogni sorta di grani per disporli a passare poi fra le macine, o pel nutrimento dei bestiami, e sono sotto questo aspetto utilissimi, ma non per la macinatura propriamente detta.

Verso lo stesso tempo che Garçon Mallard cercava far valere i mulini del Ressel, il conte Dubourg annunziava apportare da Varsavia un mulino, pure a cilindri, che diceva dare magnifici risultamenti. Oltre all' azione dei due cilindri pel loro contatto in un punto della circonferenza riprendevasi la macinatura al di sotto sopra una superficie scanalata che dicevasi *l' anima*, ove doveva compiersi la formaziona della farina. Questa anima veniva spinta contro i cilindri da una leva caricata da un peso con più o meno forza a talento. Collier faceva uso, in vece di questa anima, di un pezzo di legno duro. Si vede quanta resistenza dovesse accrescere questa anima che agiva precisamente al modo stesso di un freno. Nella pratica questi mulini non corrisposero menomamente a quella utilità che se ne avava fatto sperare.

Mulini a grattugia. Un mulino di questa specie imaginato da Cagniard Letour venne descritto nel Dizionario; ma è facile vedere da quella descrizione medesima, come questa maniera di meccanismo dovesse essere inferiore alle altre unde si è parlato e per regolarità e per prontezza di effetto.

Terminato così di trattare di quanto si riferisce ai mulini da grano, che sono i più importanti di tutti, rimettiamo ad altro articolo separato che viene qui appresso il parlare delle altre specie di mulini, sui quali avremo qualche cosa a soggiugnere a quanto si è detto nel Dizionario.

(Gogeut — Girolamo Zanetti — Peuchet — J. B. Violet. — Pommier — G. Cadolini — Nicholson — Armengaud — Soulange Bodin — Ransome — G.**M. — *Diz. delle Origini.*)

MOLINO. Avendo detto nel Dizionario, come si dia questo nome a quelle macchine tutte che servono ad acciaccare, tritare o polverizzare chechessia, ed essendoci nel precedente articolo limitati a parlare soltanto dei mulini da grani, ci resterebbe adesso a trattare di tutti gli altri meccanismi imaginatisi per avere analoghi effetti. Il piano di questa opera nol consente però, dovendo per esso rimandare agli articoli ACCIACCARE, POLVERIZZARE, TRITARE quanto si riferisce a queste operazioni in particolare, e dovendo descrivere parecchi dei meccanismi impiegati per eseguirle negli articoli relativi a quelle arti che più particolarmente gli adoperano o che vi fanno pel proprio uso particolari modificazioni. In questo articolo pertanto non possiamo se non che sommariamente accennare i principali congegni cui spettasi il nome di mulini; rimandare ai luoghi dove questi sono descritti, limitandoci a parlare un po' a lungo di quelli che per la generalità loro si trovassero qui al loro posto o che spettando ad articoli già pubblicati non potessero altrove inserirsi.

Osserveremo primieramente pertanto l'uso dei mulini a macine orizzontali non limitarsi alla riduzione del grano in farina, ma potersi applicare ad altri oggetti diversi. Tenendo, per esempio, a qualche distanza le macine servono a BRILLARE l'orzo, il riso o simili, come si vede a quella parola, all'articolo MULINO nel Dizionario (T. II, pag. 78 e T. IX, pagina 34), e come si vedrà meglio agli articoli ORZO e RISO in questo Supplemento. All'articolo OLIO si vedrà pure come fra due macine a qualche distanza si eseguisca talora la prima operazione di spolpare le ulive; ed a quelli COLORI e MASTITE nel Dizionario (T. IV, pag. 368 e T. VIII, pag. 267) si e detto come si usino per l'impasto di quelle sostanze la macine orizzontali. Anche per la macinatura del cacao nella fabbricazione del cioccolatto si provò l'uso dei mulini a macine orizzontali, e sembra che Pelletier ottenesse buon effetto adattando sui piani di siffatte macine dischi di acciaio con varii solchi.

All'articolo PESTELLI riserbiamo la descrizione dei mulini di cui quelli formano la parte essenziale, e particolarità speciali intorno ad essi potranno particolarmente vedersi agli altri articoli OLIO, POLVERE *da cannone*, CARTA e METALLURGIA, essendo queste le principali fabbricazioni che se ne servono. All'articolo MACINATURA *dei colori* in questo Supplemento (T. XX, pag. 42) descrivemmo una macchina in cui si adopera per polverizzarli un pestello fatto girare entro ad un mortaio.

Anche i macinelli ad anima conica che gira in una cavità conica del pari, a guisa dei macinelli da caffè, vengono adoperati in grande per alcune operazioni delle arti, e si può vedere un esempio dell'applicazione di essi alla triturazione delle sostanze che danno il TANNINO nel Tomo XII del Dizionario, alla pagina 429.

Un metodo che si adopera sovente per la polverizzazione o per l'impasto di alcune sostanze, è quello di agitare queste in un truogolo od in vasi chiusi con palle di sostanze dure, come di ghisa o simili. Diedesi una idea del modo di agire in tal modo all'aperto nell'articolo POLVERIZZAMENTO (T. X del Dizionario, pag. 236); una applicazione di questo mezzo in vasi chiusi può vedersi all'articolo GESSO (T. XI del Supplemento, pag. 128) ed altra, pure ne daremo all'articolo POLVERE *da cannone*. Un meccanismo analogo a quello indicatosi all'articolo POLVERIZZAMENTO sopraccitato, applicossi alla macinatura del cacao per la preparazione delle cioccolatto, e non essendosi ivi descritto, nè potendosi farlo altrove, ne da-

remo qui conto per quelli cui potesse interessare di conoscerlo.

Vedesi questo mulino pel cioccolatto disegnato nella fig. 1 della Tav. LI della *Tecnologia*. Un manubrio mosso a braccia o comunque, il cui movimento è regolarizzato dal volante E, fa girare, mediante l' ingranaggio conico I K, l' asse *q* fissato ad un telaio G che trae seco in giro, e che porta gli assi di sei rotoli conici B B, che scorrono sul piano di marmo o meglio di porfido A posto sopra un fondo di ghisa che forma la volta del fornello H, nel quale si fa un po' di fuoco. Il piano di marmo è cinto da un piano ad orlo di legno F che serve a ricevere quelle parti della pasta che possono cadere. Gettasi il cacao crivellato ed abbrostito nella tramoggia C che lo conduce nel distributore D, donde cade sotto i rotoli macinatori. Una macchina simile a quella che abbiamo descritta, mossa da un cavallo, ed il cui piano A abbia il diametro di $0^{m},8$, fa circa cinque chilogrammi di cioccolatto fino all' ora.

Le macchine più frequenti però adoperate nelle arti per macinare, tritare, polverizzare checchessia, sono le due ultime onde ci rimane a parlare, vale a dire i cilindri e le macine verticali. Talvolta si adopera un solo cilindro la cui circonferenza gira contro un piano o contro una superficie concava, come se ne hanno esempii nel meccanismo per macinare le Ossa (T. IX del Dizionario, pagina 269) in quello pel cacao onde si fa il Cioccolatto (T. IV del Dizionario, pag. 294), pei Colori (T. XX del Supplemento, pag. 42); più spesso si adoperano due cilindri appaiati alla guisa di laminatoio, come quelli che servono alla spremitura delle canne da Zucchero (Tomo XIV del Dizionario, pag. 417), alla preparazione del malto pei birraiuoli, e delle frutta, pei fabbricatori di sidro (Tomo I del Dizionario, pag. 24 e 25) per le Patate (V. questa parola) pegli olii (T. IX del Dizionario, pag. 33) pel Gesso (T. XI del Supplemento, pag. 128) per le Ossa (V. questa parola), pel Tannino (T. XII del Dizionario, pag. 429), pei minerali (T. VIII del Dizionario, pagina 276 e del Supplemento, T. XXIII, pag. 365 e XXIV, pag. 233) e per altri molti simili usi. Avendosi parlato dei cilindri, delle loro disposizioni e degli effetti che danno nei luoghi sopra indicati, e dovendosi tornare su di alcuni in quegli articoli di questo Supplemento che tratteranno delle arti nelle quali s'impiegano, rimandiamo a que' luoghi i lettori.

I mulini a macina verticale si compongono essenzialmente di una o due macine di forma analoga a quella delle macine pei mulini da grani, ma poste in piedi sul loro orlo col quale rotolano sopra un piano, composto per lo più di altra macina, che tiene le sostanze da frangersi o polverizzarsi. Adoperansi queste macine per le frutta (T. IX del Dizionario, pag. 32) pel gesso (T. I del Dizionario, pag. 25 e T. XI del Supplemento, pag. 127) per le terre da Stoviglie e principalmente pegli olii (T. IX del Dizionario, pagina 33). In quegli articoli ed in quello Macina (T. XX, pag. 41) si è detto come si abbiano a disporre queste macine, e giovi farle di forma cilindrica, anzichè conica, come a primo aspetto sembrerebbe più utile e ragionevole. Da questa forma delle macine ne viene un fenomeno intorno al quale fecesi qualche parola negli articoli sopraccitati, ma che merita di essere più particolarmente considerato. Deriva questo fenomeno dal doppio movimento circolare che prende la macina intorno all' asse verticale che occupa il centro del truogolo ed intorno all' asse orizzontale che l' attraversa, seguendone uno strisciamento o soffrega-

mento assai favorevole all' acciaccamento dei materiali. Per farsi ragione del modo come producesi, basta considerare la posizione che tende a prendere la macina per un dato movimento intorno al suo proprio asse, e paragonarlo con quello che prende realmente nell'andamento della macchina pel movimento corrispondente intorno all' asse verticale. È da osservarsi primieramente che la macina si trova a contatto col truogolo dietro una linea retta generatrice della superficie cilindrica, e che questa linea è sempre diretta verso il centro del truogolo; che quindi se la macina potesse muoversi liberamente intorno all' asse che l' attraversa la nuova linea di contatto sarebbe paralella alla prima. Siccome tuttavia la macina gira sul truogolo in pari tempo che gira intorno all'asse verticale, vedesi facilmente che nelle successive posizioni la linea di contatto, tendendo per una parte a mantenersi paralella, e per l' altra essendo sempre diretta verso il centro del movimento, dee necessariamente prodursi uno strisciamento di questa linea, vale a dire un soffregamento delle circonferenze della macina contro il truogolo. Riconosciutosi questo fenomeno è cosa molto importante poterne misurare gli effetti in questa specie di molini, essendo facile dimostrare come debbano variare in proporzione inversa del raggio del circolo che descrive la macina intorno al centro del truogolo e in azione diretta del quadrato della grossezza della macina. In vero, sono proporzionali alla superficie assoggettata al soffregamento, e provenendo questa unicamente dalla direzione sempre concentrica che prende la linea di contatto invece di rimanere paralella a sè stessa, è chiaro che diminuirà tanto più quanto più queste direzioni saranno presso a confondersi per un piccolo movimento della macina, vale a dire quanto più grande sarà il raggio del circolo che descrive sul truogolo: inoltre questa superficie medesima essendo pel modo come si genera della natura dei triangoli, a cose uguali, cioè rimanendo lo stesso l' angolo al vertice, sarà proporzionale al quadrato della sua altezza che è appunto la larghezza della macina.

Per misurare adunque gli effetti dovuti al soffregamento che avviene nei molini a macina verticale cilindrica basterà valutere la superficie sulla quale producesi. Per fissare le linee supporremo che si conosca il punto della linea di contatto al quale producesi il soffregamento che abbiamo indicato, e chiameremo R la sua distanza dal centro del truogolo. Chiameremo r ed r' le distanze dallo stesso centro delle estremità interna ed esterna della linea di contatto, ed l la lunghezza di questa linea che rappresenta la grossezze della macina, ed è uguale alla differenza dei due raggi r ed r'.

Ciò posto considereremo le superficie di contatto della macina e del truogolo per un giro intorno all' asse verticale, ed evidentemente dalla loro differenza si avrà la superficie ricercata. Ora la superficie di contatto della macina non è che quella generata dalla linea di contatto quando si supponga che muovasi mantenendosi paralella a sè stessa, e nella nostra ipotesi sarà espressa dal prodotto della circonferenza che ha R per raggio, e della lunghezza l della linea di contatto; cosicchè si avrà per questa superficie $2\pi R \times l$. Quanto alla superficie del contatto del truogolo, è questa prodotta dal moto della linea di contatto considerata come sempre diretta verso il centro del moto, ed ha per espressione: $2\pi\left(\frac{r+r'}{2}\right)l$, nella quale la circonferenza media fra la due circonferenze r ed r' è moltiplicata per la lunghezza della linea di contatto. La superficie di soffregamento sarà quindi

uguale a $\left(2\pi R - \frac{2\pi(r+r')}{2}\right) l$, formula che potrà verificarsi applicandola ad alcuni casi particolari.

Suppongasi, per esempio, che la macchina giri intorno ad uno dei diametri della sua faccia interna come asse verticale, se lo esprimerà nella formula facendo R ed r uguali a zero, e si troverà che la superficie di soffregamento riducesi a $\frac{2\pi r'}{2} \times l$, ossia a πl^2, considerando $l = r'$, vale a dire supponendo che sia uguale alla superficie del circolo descritto col raggio l, ciò che è di fatto. Se nella formula si fa $R = o$ si troverà la superficie di soffregamento uguale a $\pi (r + r') l$, ed uguale a πl^2, se si considera che il raggio R essendo compreso fra r e r' è la somma $r + r' = l$. Finalmente facendo $R = r$ oppure $= r'$, troverebbesi la superficie di soffregamento uguale a quella che descrive la macina sul truogolo, cioè a quella su cui operasi l' acciaccamento per pressione; in vero la formula diverrebbe $\pi (r + r') l$. Anche in queste due ultime ipotesi la formula s' accorda coi risultamenti della osservazione.

Abbiamo fin qui supposto che il punto intorno al quale scorre la linea di contatto fosse conosciuto; daremo adesso i mezzi per determinarlo. Se la materia su cui gira la macina presentasse uguale resistenza in tutti i suoi punti, dal principio della minima azione si dedurrebbe il punto cercato essere quello nel quale la superficie di sfregamento è la minore possibile; dalla osservazione però risulta il punto della macina che prova la massima resistenza essere quello dinanzi al quale ammucchia la materia il rastiatoio presentandola dinanzi al passaggio della macina. Il valore di R dovrà quindi dedursi dalla posizione del rastiatoio.

La formula data in addietro diverrebbe di pratica utilità se si stabilisce l' effetto prodotto da una macina di un peso dato sopra una data superficie; effetto che sarebbe facile dedurre applicando la formula stessa ad alcuni mulini dei quali si conoscessero esattamente le dimensioni.

Abbiamo creduto dover entrare in questi particolari relativamente ai mulini a macina verticale, e per la loro importanza, e per mostrare gli inconvenienti che risultano dalle modificazioni che si vollero farvi dando alla macina la forma di un cono tronco il cui vertice corrispondesse al centro del truogolo, oppure, all' opposto, la cui base minore fosse posta all' esterno. Con la prima di queste disposizioni toglievasi affatto il soffregamento di cui dicemmo; con la seconda invece aumentavasi a tal segno da averne danno invece che utile.

A dare qualche idea della forza necessaria a porre in moto siffatti mulini varranno gli esempi dei fatti seguenti. In un mulino da olio vicino a Metz, il peso delle macine era di 3000 chilogrammi; l' asse verticale faceva sei giri al minuto, ed il peso di semi caricati ad un tratto ogni dieci minuti era di 25 chilogrammi; macinavansi in un giorno 1500 chilogrammi di semi, e se ne ottenevano in 12 ore 600 chilogrammi di olio. La forza del motore impiegato era di cavalli 2,72, e l' effetto utile trasmesso da esso di chilogrammetri 205. In un' altra fabbrica di olii mossa da un cavallo che lavorava nove ore al giorno, e con un altro cavallo che gli dava il cambio, l' asse verticale facendo quattro a cinque giri al secondo, avevasi in 18 ore il prodotto di 294 chilogrammi. La forza impiegata era di cavalli 0,55 e la forza trasmessa di 40 chilogrammetri.

(T. Guibal — Arturo Morin — G.**M. — *Dictionnaire des arts*)

MULISMO. Chiamano con tal nome alcuni qualsiasi provenienza di una concezione anormale.

Rimandando agli articoli IMBASTARDIMENTO e MULO, per quanto riguarda il mulismo degli animali, daremo qui le belle osservazioni fatte dal Gallesio sul mulismo dei vegetali, in aggiunta al poco che si disse su tale proposito alla parola IBRIDISMO.

In mezzo agli immensi progressi fatti nella storia naturale in quest' ultimo secolo, restavano ancora due problemi da sciogliersi, uno riguardante l'origine o la causa delle piante mule, e l'altro la vera natura di quei gruppi di vegetali distinti col nome di *varietà*.

Tutti i giardinieri posseggono di queste piante singolari ed anomale, e tutti i giardinieri ne fanno ricerca e collezione, e nessuno ne conosce la provenienza.

Non possono costituire specie distinte nella natura, perchè non esistono che allo stato d'individui sterili, e la specie è il complesso degli individui provenienti per generazione da un tipo.

Non potevano essere considerate come modificazioni artifiziali d'individui normali, perchè è dimostrato dall' esperienza che l'arte non può cangiare l'individuo nè variarlo in alcun modo, e che ogni essere organico che esiste in natura proviene dal seme.

Rimaneva quindi a vedersi cosa fossero adunque nell' ordine dei vegetali queste piante anormali, e donde provenissero.

I fiori doppi furono i primi che fissarono su queste ricerche l'attenzione del Gallesio. Essi appartengono evidentemente ad un tipo conosciuto; ma i loro petali si sviluppano in modo straordinario, e gli organi della generazione spariscono. Questa osservazione lo condusse quindi ad alcune esperienze, ed il risultamento di queste lo convinse i fiori doppii altro non essere che muli, nei quali la sostanza destinata a sviluppare i principii della generazione, non trovando gli organi adattati a riceverla, si sfoga nel parenchima, e svolge nuovi petali, come nel gallo e nel toro la soppressione degli organi della generazione, determina il nutrimento che ricevono con aumento di pinguedine.

Restava a conoscere il modo come succedesse il fenomeno, e le cagioni che lo determinavano.

Una serie di riflessioni sopra i metodi che il citato Gallesio aveva tenuti per ottenerlo nei fiori, e il paragone che si presentava alla mente di questi coi muli animali, lo portò a persuadersi che la mancanza degli organi della generazione, o la loro imperfezione artifiziale nei buoi e nei capponi, riusciva naturale nei figli dell' asino e della cavalla, e così nei figli di due giacinti o di due ranuncoli fecondati fra loro.

Ne veniva perciò la conseguenza che la mancanza o il difetto originario e nativo degli organi della generazione, erano l'effetto di una concezione anormale, nella quale gli atomi maschili di un fiore portati a contatto cogli atomi femminei di un altro, non trovandosi nella corrispondenza necessaria per combinare un germe normale, ne cumbinavano invece uno anormale, nel quale non si poteva spiegare che un' organizzazione confusa e priva delle parti più delicate dell' essere, gli organi della riproduzione.

Convinto dalla verità di questa teorica, Gallesio cercò di conoscere se potesse venire applicata agli altri fenomeni del regno vegetale, avvolti ancora nel mistero, e il risultamento di queste ricerche fu veramente felice, e convinse chicchessia della giustezza e generalità della teorica stessa.

Molte furono le piante alle quali ne fece l'applicazione, e specialmente agli

agrumi, all' ananasso, alla canna da zucchero, alla banana; ma fra tutte si trovò soddisfatto dell' applicazione che ne fece ai fenomeni del *ficus carica*.

Tutti i nostri orti sono pieni di fichi, ma non ve ne è alcuno che sia normale.

Il fico tipo non consiste che in un ricettacolo membranoso, asciutto, spungoso, che contiene due zone di fiori, maschi nella superiore, femminei nell' inferiore, a pedicelli secchi, filamentosi e senza principio di polpa, nè di sostanza mielacea all' intorno.

I suoi semi nell' ordine normale producono le varietà tipiche che somigliano al padre; ma se l' insetto ficario (il *cynips psenes*) che vive nel loro granello porta il polline degli uni nelle ovaie degli altri, si concepiscono semi meticci che si aprono in mostri: qualche volta ne escono piante mule, nelle quali la mancanza totale degli organi della generazione è compensata da una pinguedine che si svolge nel ricettacolo, lo ingrassa, lo rende edulo, e dà un miele che ne riempie la cavità nella quale invece dei fiori perfetti, restano solo pedicelli polposi, e questi sono i fichi detti *domestici*. Qualche volta il mulismo non è compinto, e ne escono piante, che mancando dei soli fiori maschili, portano un ricettacolo pingue ed edulo, ma caduco, se i fiori femminei non sono fecondati artificialmente dall' insetto ficario che esce dal fico tipo, ciò che si è chiamato *caprificazione*; e questi sono i fichi domestici dell' Arcipelago.

L' origine e la natura delle così dette *varietà*, formava il secondo problema che restava a sciogliere.

La varietà è un individuo, o, per meglio dire, una fisonomia straordinaria fissata dalla coltura, perchè per lo più quello è sterile, o riproduce figli non eguali ad esso.

Il seme è il padre di tutti gl' individui che esistono.

Se la concezione che li produce è normale, i figli che nascono hanno fisonomie tipiche: se la concezione non è regolare, le fisonomie che ne vengono sono mostruose.

Nel primo caso si è adottato il nome di *salvatico*, nel secondo quello di *domestico*: ma nell' uno e nell' altro non si tratta che d' individui dovuti al seme, ma che non si perpetuano col seme, o perchè cangiano nelle nuove combinazioni della concezione, o perchè non ne producono.

Seminando la granella d' un grappolo d' uva qualunque, se ne avranno cento viti ad uva nera, bianca, rossa, a gusto dolce od acerbo, e talvolta ancora moscato, e tutte diverse fra loro. Se i loro caratteri non si discostano da quelli del tipo, saranno fisonomie normali; se poi nella concezione si saranno combinate unioni irregolari, allora saranno fisonomie mostruose.

Così nasceranno qualche volta vitigni che porteranno un' uva ad acini grossi, moscati o senza semi, come la salamanna, od un' uva ad acini minutissimi, di maturità precoce, come la passerina od uva di Corinto.

Ed ecco due di quelle fisonomie straordinarie che l' uomo apprezza, e che non si possono riprodurre perchè mule.

Parrebbe a bella prima in questo caso difficile conservarle, dappoichè allo stato d' individuo embrione non hanno che una vita limitata; ma, a differenza dal regno animale, vi ha il vantaggio che nel regno vegetale l' individuo embrione si può suddividere, e così ogni parte può fare un nuovo individuo, chiamato da Decandolle *individuo gemma*.

Adunque appunto col dividerli in frazioni si conservano e si perpetuano, e questa conservazione per suddivisione, moltiplicando gl' individui embrioni in milioni d' individui gemme, forma quei grup-

pi che chiamansi col nome di *varietà*, e che il volgo dei coltivatori crede dovute all'arte.

Però non rappresentano tra tutti che un individuo solo, cioè l'individuo embrione donde sono pervenuti, e quindi le piante così dette *domestiche*, altro non sono in fondo che fisonomie nate del seme e fissate dalla coltura.

La natura, dice Gallesio, ha create le specie, le ha distribuite in gruppi, e le ha legate con relazioni di affinità più o meno importanti, ma sempre irregolari, come quelli dei paesi nelle carte geografiche. Questi gruppi, ai quali la scienza impose il nome di *generi*, ne formano altri maggiori che si distinguono col nome di *classi* e di *famiglie*, e che costituiscono l'insieme del regno vegetale. Tutto il resto nella natura organizzata non è che individuo.

Ogni specie ha cominciato con un tipo, e ogni tipo è stato composto di due sessi, ossia di due moduli primi, sui quali si assimilano gli atomi elementari destinati a combinarsi per formare l'organismo. Così tutti gli esseri che discendono da un tipo sono il prodotto della combinazione dei due principii nei quali è diviso.

La teorica degli atomi, con la quale i chimici sono pervenuti a spiegare così bene i fenomeni del regno inorganico, è applicabile ugualmente a quelli del regno organico. Non si ha che a fare una distinzione e stabilire le differenze che passano fra i due regni nella natura di questi punti elementari e nel loro modo di combinarsi. L'atomo è il punto definitivo in cui la onnipotenza della creazione ha fissata la divisibilità meccanica della materia. Dunque l'atomo è un corpo, e come corpo dee avere dimensioni e forme. Tutti i principii di analogia convincono che queste forme devono essere diverse fra loro, e che la loro diversità dee produrre, per una conseguenza necessaria, una diversità di risultamenti.

I fisici hanno riconosciuto che quando gli atomi sono omogenei, come nelle cristallizzazioni, le loro forme sono angolari, e allora le combinazioni si fanno per coesione meccanica, e che quando sono eterogenei, come nei principii elementari dei corpi, la loro forma è sferica e produce una combinazione chimica.

Questa differenza di forme primitive che divide in due classi la materia inorganica, dee essere anche maggiore negli atomi del regno organico. Se si riflette sulla natura e sui fenomeni dell'organizzazione, si riconosce che consiste in una specie di meccanismo. Ora un meccanismo non è che una combinazione di forme che si incastrano l'una nell'altra mediante rilievi, e che, riunite da questi incastri, compongono un insieme capace di movimento, e così di una specie di vita. Dunque la forma degli atomi che costituiscono i corpi organizzati dee consistere in rilievi, e la loro riunione in incastri.

Tali sono i caratteri dei meccanismi dell'arte, e tali devono essere quelli dei meccanismi più sublimi della natura. Un orologio è composto di ruote, e se queste s'incastrano bene, non hanno bisogno che dell'azione di una molla per mettersi in moto, e spiegare una specie di vita. Così il germe che si combina nella concezione dee essere un composto di un certo numero di atomi, con rilievi preordinati, i quali, incastrandosi gli uni negli altri, formano un meccanismo, il quale non esige che un impulso per mettersi in movimento. Nel meccanismo dell'arte l'impulso è dato dalla mano dell'uomo, e sta nella molla: nel meccanismo della natura l'impulso è dato dall'azione vitale, e sta nel calore.

L'analogia non può essere più compiuta, nè si può formarsi un'idea più

chiara del mistero della riproduzione. Ma esiste una differenza che distingue i due meccanismi, e li mette ad una distanza infinita l'uno dall'altro. I meccanismi dell' arte sono l' opera immediata dell'uomo, e senza la mano dell' uomo non si rinnovano nè si conservano. I meccanismi della natura sono opera di un meccanico creatore, che, nel formarli, trasfuse in essi una parte della sua potenza produttrice e gli ha investiti della facoltà di rinnovarsi da sè medesimi. È questo meccanico divino che ha fissati nella materia gli elementi preordinati ed indistruttibili delle loro combinazioni; è desso che ha composti i modnli primi sui quali devono conformarsi; esso gli ha dotati di una vitalità inestinguibile e potente, capace di assimilarsi la materia che li circonda, di prendere nno sviluppo determinato, di scegliere i nuovi punti elementari necessarii a ricomporre una nuova organizzazione, dirigerli sopra un punto determinato, combinarli, svolgerli, e produrre un numero indefinito di meccanismi consimili che si succedono gli uni agli altri, modellati sempre sul medesimo tipo, ma variabili nelle loro modificazioni, secondo le diverse proporzioni degli atomi dai quali risultano.

È questa la grande, la sublime differenza che distingue specialmente i meccanismi dell' arte da quelli della natura; è questa la prerogativa preziosa che nobilita la materia e divide la massa rozza del mondo fisico dall' individualità degli esseri organizzati. L' autore della natura ha voluto stabilire un intermedio fra l' intellettualità e la materia, e, riservando a sè stesso la formazione del modulo primo di tutti gli esseri, ha delegato all' organismo una porzione della sua potenza creatrice nella facoltà divina di rinnovarsi da sè stesso e perpetuarsi. Esistono adunque differenze infinite fra i due meccanismi, ma la teorica è la stessa; e, quando la natura copre di un velo impenetrabile le leggi che regolano le sue operazioni, bisogna studiarle nei loro fenomeni, cercarle nei sistemi che ne spiegano di consimili, e, seguendo i principii dell'analogia e dell' induzione indovinarle.

Le combinazioni adunque dei due principii nei quali ciascun tipo è diviso si rinnovano ad ogni concezione, e sempre in proporzioni diverse: quindi, ogni concezione forma una combinazione, e il prodotto di ogni combinazione è un individuo: dunque ogni individuo dee avere una fisonomia.

Questo mistero della concezione però non è ancora stato considerato dai fisiologi nel suo vero punto di vista, secondo il Gallesio, ed egli inclina anzi a credere che da qualche tempo si vadano sempre più allontanando dalla verità.

I lavori di Mirbel e dell' Amici avevano fatto fare progressi immensi alla scienza dell' embriologia vegetale, e le loro osservazioni erano giunte fino dove poteva portarle il microscopio, cioè al punto in cui l' estremità del budellino pollinico, scoperto dall' Amici, posandosi sopra l'ovaio, mette a contatto gli atomi maschili del polline cogli atomi femminei contenuti nell'ovnolo, i quali, unendosi insieme, formano l' utricolo primordiale in cui comincia l' embrione, o piuttosto i rudimenti dell' embrione che vi si combina.

Era questo il confine cui doveva arrestarsi l' osservazione, poichè qui l' occhio il meglio armato cessa di poter vedere. Un dotto prussiano volle oltrepassare questo limite, rispettato a ragione dai due illustri fisiologi che lo avevano preceduto; ma pare che, volendo andare al di là del visibile, abbia veduto ciò che non esiste.

Mirbel, le cui ricerche anatomiche sull' embriologia sono così note, ha ripetute le osservazioni dello Schleiden, ed ha tro-

vato che non sono esatte: ha riconosciuto invece che l' utricolo primordiale nel quale comincia l' embrione non è l' estremità del budellino pollinico, come lo ha preteso Schleiden, ma un corpo distinto, la cui nascita precede l' intervenzione del polline, e nel quale senza dubbio si combinano gli atomi elementari dei sessi che formano l' abbozzo del vegetale futuro.

Mirbel ha sentito, per un istinto di analogia e d' induzione, che il prodotto della fecondazione è una unione di due principii distinti per la loro origine, analoghi per la loro essenza, i quali, mediante una penetrazione simultanea, cioè a dire, un incastro e una incorporazione reciproca essenzialmente diversa dall' unione del *cambium* che si fa negli innesti, si combinano insieme e formano un nuovo composto che partecipa dei due elementi dai quali proviene, ma che ha una fisonomia propria che lo distingue dall' uno e dall' altro.

Era questa la conclusione razionale delle scoperte fatte sull' embriologia vegetale, e la sola che si prestasse a dare una spiegazione chiara, semplice e generale di tutti i fenomeni della riproduzione, e specialmente di quelli che riguardano le mostruosità.

Sfortunatamente Schleiden si è lasciato trasportare dalle idee del perfezionamento progressivo e creatore che i geologi hanno veduto nella materia; e, deviando dalla strada indicata dai fenomeni e dalle osservazioni, si è fatta illusione al segno di negare la fecondazione e attribuire invece la formazione degli esseri nuovi che risultano da questa operazione maravigliosa, una semplice della natura, ad un passaggio spontaneo della materia da un organismo ad un altro, al quale passaggio ha dato il nome di *metamorfosi*.

Schleiden non ha riflettuto che, nel senso rigoroso della parola, la metamorfosi non è un cangiamento reale di un corpo da una forma in un' altra, ma uno sviluppo successivo di forme preesistenti nel medesimo. Così, l' insetto, in istato di verme, contiene in sè stesso i rudimenti della ninfa, come la ninfa contiene quelli della farfalla. Queste forme però non si creano, ma preesistono, e non fanno che svilupparsi l' una dopo l' altra. La natura presenta molti esempi di queste metamorfosi, ma non ne presenta alcuno che corrisponda a quello del budellino pollinico, il quale convertendosi da sè stesso in embrione, farebbe una vera trasformazione, nè a quello del pistillo, che, generando per virtù propria un utricolo primordiale che comincia un embrione, eserciterebbe un atto della potenza creatrice riservata alla causa delle cause.

Niente si crea nella natura, niente si genera per virtù propria, è senza il concorso di principii preordinati e di un modulo preesistente sul quale conformasi. Tutto ciò che ha vita, consiste in combinazione, assimilazione e sviluppo. La combinazione forma esseri nuovi che non esistevano, ma li compone con l' unione di un numero di elementi preordinati, i quali incastrandosi insieme, costituiscono l' organismo, ossia un modulo determinato sul quale si svolge la vegetazione. L'assimilazione consiste nella conversione di elementi chimici in sostanza organica, conversione che si opera dalle forze dell'azione vitale inerente all' organizzazione. Lo sviluppo è la conseguenza dell' assimilazione, e consiste nell' aumento per nutrizione del meccanismo primitivo, fissato nella concezione, e di tutti gli accessorii che conteneva in rudimento.

Tutto però dipende da un primo modulo, che è il nocciuolo di tutte le operazioni della vegetazione; nè si potrà mai concepire che una sostanza inerte come la materia possa avere una forza rinnova-

trice, e sia capace di cangiare da sè medesima le forme che ha ricevute dalla creazione.

Tornando alle fisonomie propria che aver devono tutti gl'individui, sono queste di due sorta, normali ed anormali. Gl'individui a fisonomia normale hanno per carattere essenziale la facoltà di riprodursi, e sono forniti perciò degli organi accessorii a tal uopo; ma i figli che ne provengono, risultando ciascuno da una concezione distinta, portano ciascuno una fisonomia propria. Quando la concezione ripete un insieme di lineamenti che si avvicinano a quelli del primo individuo che ha cominciata la specie, la fisonomia che si produce è una fisonomia tipica: quando l'influenza degli ambienti cha agiscono sulla vegetazione, e perciò sui principii sessuali, combina le concezioni che deviano da quelle del tipo, e svolge lineamenti un poco straordinarii, allora la fisonomia che si produce è una fisonomia che devia, ossia una razza. Nell'uno e nell'altro caso le concezioni che si succedono formano combinazioni nuove, e perciò nuove fisonomie; ma le variazioni che ne derivano dipendono sempre dagli accidenti che agiscono sulla concezione.

Gl'individui tipici assoggettati all'azione di ambienti nuovi, producono deviazioni che entrano nella classe delle razze, e gl'individui deviati, ritornati nelle condizioni delle concezioni tipiche, riproducono tipi; ma se le condizioni di vegetazione che hanno determinate le concezioni paterne continuano eguali, le generazioni che ne provengono si mantengono in uno stato consimile, nè diversificano fra loro che nelle variazioni dei lineamenti secondarie che formano la fisonomia individuale. Così, si mantengono le generazioni tipiche nei luoghi ove la specie è indigena, e si fanno permanenti le razze nei climi dove si sono formate.

Duopo è tuttavia confessare che i principii di analogia, che sono di tanto aiuto nello studio delle varietà, offrono poco soccorso per quello delle razze. I caratteri e le leggi che regolano questa classe singolare di esseri, sono ancora più oscuri negli animali che nei vegetali. Quindi per determinarli bisogna studiare gli individui che gli spiegano, e seguirne i fenomeni.

Le razze sono fisonomie deviate che spiegano lineamenti particolari, i quali si staccano da quelli delle fisonomie tipiche, ma che sono regolari e capaci di riprodursi. Dunque non si possono attribuire nè all'ibridismo, nè al meticismo, nè alla superfetazione. Esistono nell'ordine normale, e devono avere il loro principio nelle proporzioni degli atomi o delle molecule elementari che le combinano nella concezione. Ricercando adunque quali sieno le leggi che le determinano e le cause che le fanno uscire dal sistema delle varietà tipiche, l'esame dei fenomeni che presentano fa credere che queste leggi si riducano a due.

La prima avrebbe luogo nel fiore, e nascerebbe da una combinazione straordinaria de' principii sessuali determinati in quest'organo dalle disposizioni organiche particolari della pianta, e così procederebbe immediatamente dal padre. La seconda dovrebbe ripetersi dall'influenza della nutrizione sugli organi della vegetazione, e dipenderebbe perciò, almeno indirettamente, dall'azione del clima, delle località e della coltura.

La prima si ridurrebbe ad una fisonomia individuale, che si potrebbe ripetere approssimativamente nei figli, ma che sarebbe soggetta a ritornare all'ordine tipico anche alla prima generazione. Tali sono nel regno animale gl'individui di statura straordinaria, che sono sovente figli di un padre comune e padri di figli

comuni, e nel regno vegetale le varietà gentili delle frutta che provengono dal seme senza riprodursi col seme, come l'ulivo gentile, il pistacchio vero domestico, l'aranciu finu della Chioa, il castagno marone e simili.

Le vicende della vegetazione presentano spesso simili fenomeni. Se un fiore sviluppa un ovaio regolare, ma di un volume straordinario, e porta stami sopraricchi di polline, può uscirne una combinazione giusta in proporzioni, ma più grande in dimensioni, e dare nascita ad un germe normale, ma modificato in modo diverso da quello delle varietà tipiche, e questo germe così modificato può ripetere nei figli un'organizzazione consimile, e continuare per alcune generazioni delle fisonomie speciali, e formare una specie di razza.

La seconda avrebbe una origine più complicata, ma sarebbe più permanente. L'essere organizzato non ha in sè di elementi organici che il punto rudimentale che forma l'embrione. Tutto il resto è di composizione chimica, e questa non prende le forme organiche che per assimilazione; ma gli atomi organici esistono in combinazione nella massa della sostanza vegetale e la vegetazione gli svolge e li dirige sugli organi florali, nei quali si fissano per prendere le forme sessuali. Adunque dalle circostanze della vegetazione dipenderebbe appunto il numero e la scelta di questi punti elementari, e per conseguenza le proporzioni in cui si riunirebbero, e le forme straordinarie che verrebbero a svolgere. In questo caso l'origine delle razze starebbe nelle condizioni del clima, delle località e della coltura, o almeno in ragione composta di queste influenze cogli altri accidenti che agiscono sulla concezione, e così dipenderebbe da essa la loro maggiore o minore permanenza.

Decandolle ha citato in prova di questo principio l'esempiu dei cavalli arabi, fra gli animali, e quello dei legumi e dei poponi fra i vegetali. Il Gallesio osserva avere veduto lo stesso fenomeno in moltissime altre piante, e specialmente nel cece di Siviglia e nella canapa.

Le fisonomie anormali sono di loro natura sterili, o per mancanza di organi generativi, u per imperfezione dei medesimi. Sono di due sorta, e si distinguono per la loro provenienza. O provengono dalla combinazione di due tipi diversi, e allora la differenza delle molecole sessuali rende impossibile un'organizzazione perfetta. Ne escono quindi unioni sforzate che si risolvono in mostri, che presentano un miscuglio delle due specie, ma confuse ed incapaci di generare: ed ecco gli ibridi. O provengono da un tipo unico, e allora non divengono anormali che in due casi, cioè quando sono il prodotto della combinazione dei sessi di due individui diversi, e allora ne risultano meticci, u quando le proporzioni delle molecole sessuali che si combinano sono alterate da una fecondazione promiscua e forzata, e allora ne vengono le superfetazioni. Nell'uno e nell'altro caso questi individui portano gli stessi caratteri delle fisonomie ibride, e sono ugualmente mostri incapaci di generare.

Le leggi che regolanu il fenomeno dell'ibridismo sono le stesse, tanto nel regno animale, quanto nel vegetale; ma quelle che regolano il meticismo sono totalmente diverse. In ambi i regni, i principii sessuali delle specie congeneri si combinano qualche volta, e producono un essere che gode della vita, ma che è irregolare, e non può riprodursi. I meticci invece sono fecondi fra gli animali e sonu mostruosi nei vegetali, e questa mostruosità si pronuncia in certi casi anche nelle concezioni ordinarie.

Nel regno animale ogni femmina è fatta

per qualunque maschio, e viceversa. Le molecole sessuali di tutti gl' individui sono così omogenee di forma e dimensione, che si corrispondono sempre, purchè non escano dalla specie. Così possono mischiarsi, incrociarsi, combinare i loro caratteri tipici ed i deviati senza uscire dallo lo stato normale, e producendo sempre individui regolari e fecondi. Nel regno vegetale il sistema è più complicato. Nelle monoclinie, ossia nelle pianta a fiore ermafrodito, ogni fiore forma un talamo separato e distinto, che ha le sue molecole maschie e le sue molecola femmine; e queste molecole, quantunque omogenee nelle forma con quelle degli altri fiori della medesima specie, ne differiscono però nelle dimensioni e nelle proporzioni. Così il polline di un fiore non è proprio a combinarsi normalmente coi principii femminei che si contengono nell' ovaio di un fiore diverso, e se ciò ha luogo, è solo per una irregolarità uguale a quella che combina i sessi di due specie differenti, e che produce gl' ibridi: quindi queste combinazioni seguono la medesima sorte, e portano gli stessi caratteri.

Nelle diclinie, ossia nelle piante che hanno i due sessi separati, il fenomeno presenta differenze notevoli; ma però non è mai uguale a quello del regno animale. Le monecie portano una quantità di maschi capaci tutti di fecondare indifferentemente qualunque delle femmine che si trovano nella medesima pianta: ma se questi passano a combinarsi nell' ovaio di una pianta diversa, le proporzioni delle dimensioni si trovano subito alterate, e i meticci che ne risultano sono mostruosi, come quelli che risultano nelle monoclinie dalla combinazione dei sessi di due fiori distinti.

Le diecie godono di una maggior latitudine e si accostano di più al sistema del regno animale: e perciò in questa classe i mostri sono più rari. Qualunque maschio della specie è capace di fecondare qualunque femmina indistintamente, perchè la natura ha posto nelle molecole sessuali di tutti gl' individui un' omogeneità e una corrispondenza così esatta da potersi combinare con le molecole femminee di qualunque altra pianta della specie. Quindi i meticci nelle diecie sono sempre normali. Ma nelle concezioni ordinarie le diecie si discostano appunto dal sistema che regola le combinazioni del regno animale, e ritornano in quello che distingue il regno vegetale. Negli animali qualunque maschio è adattato a fecondare qualunque femmina, ma ogni fecondazione è distinta, nè mai due maschi possono concorrere insieme ad una sola concezione. Nelle piante invece, il polline di molti fiori può entrare simultaneamente nell' ovaio di un solo; e allora si fa luogo ad una sproporzione fra i principii che si combinano, e perciò alla concezione di un germe confuso, che, uscendo dallo stato normale, costituisce un essere irregolare, e per conseguenza infecondo. Così anche le diecie hanno i loro mostri, e sono le superfetazioni.

I caratteri distintivi delle fisonomie sono adunque la fecondità e la sterilità: le prime forma la condizione essenziale delle fisonomie normali, nè può ammettere eccezione, perchè appartiene ad esseri in istato di natura: la seconda accompagna quasi sempre le fisonomie anormali, ed è soggetta ad anomalie, perchè è própria di esseri eccezionali.

Il germe anormale è un corpo che ha un organismo, e perciò ha una vita, perchè la vita sta nell' organismo; ma questo organismo non è perfetto perchè le molecole elementari che lo combinano non si mostrano bene insieme; e, in questo caso, l' imperfezione si spiega nelle parti destinata alle funzioni più elevate della vita vegetale, cioè nelle parti della generazione.

Pure si danno combinazioni nelle quali, in mezzo al guazzabuglio di tante molecole confuse, se ne incontrano ancora di abbastanza omogeoee da allegare un organo di sessualità.

Allora le molecole elementari destinate alla formazione dei sessi vi si portano con affluenza, vi si assimilano, e ne provengono organi sessuali capaci di ricevere o di dare la fecondaziune, e gruppi di molecole elementari di una energia straordinaria.

In questo caso appunto si vede comparire il fenomeno di un individuo anormale che svolge del polline, e che porta un ovaio capace di fecondaziune: questi due organi non si spiegano mai ambidue nel medesimo fiore; ma se si trovano ravvicinati e si combinano, ne escono semi viventi, i quali germinano e crescono; le piante che ne provengono sono però sempre più mostruose di quelle da cui derivano e spiegano un mulismo ancora più compiuto.

Ciò si vede nei fiori semidoppii che sono fecondi, ma non riproducono mai che fiori doppii, e nelle piante a frutto mostruoso che allegano qualche volta dei semi, ma non producono che piante ancora più mostruose di loro.

Nelle anormalità ibride il fenomeno è più semplice, ma è retto dagli stessi principii. In esse gli organi complicati che si combinano, scernono nella nutrizione le molecule che più loro convengono, e perciò la piaota svolge irregolarmente, e come a caso, frutta impastate delle due specie, e frutta sempliei che hanno i caratteri di una sola.

Nel primo caso non si dà luogo a sviluppo di sessi, e perciò non allegano semi. Nel secondo caso le molecole sessuali che circolano nella nutrizione, incontrandosi in orgaňi proprii a riceverle, e che contengono una molecola modulo, vi si determinano, e assimilate, si aprono in un fiore normale che appartiene ad una delle specie combinate, e che qualche volta svolge dei semi. Gallesio non potè seguire questi semi singolari nel corso della loro vita, ma è probabile che rientrino nella speeic alla quale appartengono, e che la pianta ritornando al tipo riesca feconda.

I fenomeni del mulismo sono ancora più singolari delle sue anomalie. Il mulo è un mostro che manca degli organi sessuali o che gli ha imperfetti; e i sessi sono moduli sui quali vanno ad assimilarsi i principii più elaborati della nutrizione. Quando il modulo manca, i principii determinati in quel punto, non trovandovi sfogo, affluiscono sugli organi vicini, e gli sviluppano straordinariamente o vi spiegano forme nuove e per lo più capricciose.

Nel regno animale quest' eccesso di sostanza nutritiva si sparge in tutta la massa dell' essere e vi si svolge in pinguedine. Così il mulo presenta una corpulenza maggiore di quella dell' asino o del cavallo, il bue impingua più del toro, il cappone viene più grasso del gallo. Nel regno vegetale, quest' eccesso d' ingorgo produce fenomeni di una maggiore importanza. Per lo più la sostanza nutritiva, che non trova il modulo ove assimilarsi nell' ovaio o nello stigma, si svolge negli organi accessorii, ti distende e li moltiplica, e produce i fiori doppii e quelli proliferi.

Tale fenomeno dei fiori doppii è stato per lungo tempo il secreto dei giardinieri e il mistero degli agronomi. Molti però, lo attribuivano alla luna, ma questo pregiudizio si è alfine dissipato. I lumi della scienza hanno limitate le influeuze lunari alla decomposizione della luce tramandata da quest' astro, la quale, come corpo chimico, combinandosi con qualche principio affine, può cagionare

un' alterazione in certi corpi, siccome succede nei pesci esposti alla sua influenza. Così l' agricoltura fu purgata da un pregiudizio che era misto alla superstizione.

Abbandonata la luna, si sostituì il carbonio, e si è voluto che un nutrimento straordinario dato alla pianta potesse produrre uno sviluppo straordinario nei petali. Tale fu la teorica dei membri dell' Instituto di Francia, i quali l' hanno esposta in molti articoli del *Nuovo corso ragionato di Agricoltura*, ecc., stampato a Parigi nel 1809, venne pure sostenuta dal Pollini di Verona in una lettera confutativa da lui diretta a Risso-Patarol di Venezia, e poscia stampata nella Biblioteca Italiana di Milano.

I geologi pretendono dipendere questo sviluppo anormale degli organi protettori del fiore dalla tendenza che attribuiscono alla natura, ad un perfezionamento progressivo di forme.

Link è fra quelli che adottarono questo principio, e nella sua dottissima opera del Mondo primitivo, tenta dimostrare che tutte le variazioni dei fiori, e fra queste anche il loro addoppiamento, sono dovute ad una forza creatrice che opera nell' interno e tende al perfezionamento. Nè questo sistema differisce nel fondo da quello di alcuni fisiologi anatomici, i quali non ammettono nemmeno le combinazioni della concezione, volendo che i nuovi germi che si concepiscono nelle ovaie sieno una mera trasformazione di un organo in un altro; siccome ha preteso dimostrare con le sue osservazioni anatomiche Schleiden, e come già lo aveva immaginato Turpin nelle sue ipotesi ingegnose sulla globolina.

Gallesio però osserva, che tutte queste teorie non riposano che sopra conghiettura, nè ve ne è alcuna che abbia per base una prova positiva, e quindi ne espose una nuova, dopo avere consumati anni interi in esperienze esatte che possono ripetersi con facilità, e la stabilì sopra risultamenti di fatto che nessuno ha ancora smentiti. Prevenuto da un' idea confusa sulle influenze della fecondazione, seguitò per un corso di anni le generazioni di molte piante a fiore semplice che teneva isolate, e che coltivava in modi diversi, e trovò che i loro semi non producevano mai che piante a fiori normali, nel mentre che ne otteneva spesso di mostruosi dai semi delle piante che erano riunite in aiuole.

Avvertito da questa circostanza, volle riconoscere con l' esperienza se ciò era dovuto al miscuglio di varii pollini, e vi riuscì, mentre avendo isolate di nuovo le medesime piante, e avendole fecondate artificialmente col polline di molti fiori, ottenne dal loro semi piante a fiore semidoppio, e poi da queste, mediante un uguale metodo, piante a fiori stradoppii ed anche a fiori proliferi. Questi fatti sembrano mostrare assolutamente che il doppiamento dei fiori è prodotto da un disordine della fecondazione, dietro la massima che un effetto il quale si ottiene costantemente da una data operazione, e non comparisce mai senza di essa, dee necessariamente riconoscerla per causa, ed unica.

Resta ad esaminarsi per quali leggi la natura pervenga a questo risultamento. In due maniere ammette il Gallesio che possa aver luogo il fenomeno. Può provenire da una mancanza di corrispondenza negli atomi forniti dal polline di fiori diversi, e in tal caso sarà l' effetto di un meticismo. O può dipendere da sproporzione numerica fra gli atomi femminei del fiore fecondato e gli atomi maschili che il polline accumulato porta nell' ovaio, e allora sarebbe l' effetto di una superfetazione. Nell' uno e nell' altro caso è sempre la sproporzione dei principii che si combinano per formare il

germe che produce tali mostruosità, fatto importante, che apre la strada alla spiegazione di tanti altri fenomeni analoghi.

Nelle piante fruttifere, l' eccesso di sostanza nutritiva si sparge più facilmente sull' ovaio medesimo, lo ingrossa straordinariamente, vi dà delle forme singolari, e ne rende il tessuto più dilicato e più tenero. Finalmente, vi sono dei casi nei quali si sparge in tutto il tessuto, e ne altera l' economia in maniera, che ne escono prodotti nuovi e di natura singolare.

Le mostruosità viventi sono aberrazioni dell' ordine normale, che sembrano riservate esclusivamente al regno vegetale. Nel regno animale non se ne formano che di parziali o di quelle che consistono in semplici saldature di parti diverse: le generali non si compiscono: se un incontro fortuito di atomi fuori di proporzione dà luogo ad un composto irregolare, si risolve in uno sconcio, e non ha vita.

Il regno minerale sembra che si presti più facilmente a questo fenomeno, e le cristallizzazioni ne offrono l' esempio. Ma come si tratta di materia bruta, così tutto si riduce a combinazioni fortuite di atomi a faccie eterogenee dalle quali non ne risultano che gruppi di pura materia senza forme determinate.

Il regno vegetale è il solo che presenti vere mostruosità. In esso questi composti formano come un secondo sistema di modalità nel sistema normale; e costituiscono una classe di esseri particolari. È una singolarità che dipende dal diverso sistema che la natura ha seguitato nelle leggi della concezione. Negli animali le combinazioni degli atomi, ossia delle molecole elementari che compongono l' embrione, sono regolate dalla legge delle proporzioni definite, come quelle delle combinazioni chimiche; e così tutto ciò che eccede o non s' incastra, resta escluso, o guasta l' impasto.

Nel regno vegetale, al contrario, la natura non si è legata a queste proporzioni, o almeno non le ha rese indispensabili. In esso l' attrazione molecolare domina sempre tutte le altre forze, e così l' eccesso degli atomi che concorrono ad una combinazione, non potendo restare esclusi come nel regno animale, si combinano ancor essi, quantunque in modo sforzato, e danno luogo ad organizzazioni irregolari, ma capaci di vita.

È questa una disposizione providenziale della natura, la quale ha avuto in mira la sua creatura favorita, l' uomo. Nel sistema in cui egli primeggia tutto è ordine e regolarità; in quello che serve ai suoi bisogni e ai suoi piaceri, il disordine stesso è portato in sistema, assoggettato a leggi particolari, e padre di una serie di esseri eccezionali destinati ad abbellir la sua vita, senza turbare la regolarità della natura, perchè incapaci di riprodursi.

Quindi vediamo un' infinità di stravaganze e di esagerazioni di forme svilupparsi continuamente in piante prodotte da semi di varietà normali, siccome vediamo aborti determinati antecedentemente e come necessarii, e saldature periodiche che si spiegano quasi sistematicamente nell' ordine normale. Tutto questo è predisposto, e dipende dalle leggi generali della natura.

È una teorica, diceva Decandolle, che riposa sopra l' esistenza di un piano simmetrico predisposto degli organi. Così le perturbazioni dei corpi celesti non sono un disordine, ma una conseguenza lontana od una conferma delle grandi leggi che reggono l' universo.

Il caso che la sostanza nutritiva in eccesso si svolga sugli organi accessorii e dia fiori doppii o proliferi si ripete continuamente in tutti i giardini nei quali si coltiva una quantità di piante riunite, e specialmente in certe specie che la natura ha

disposte alla promiscuità delle fecondazioni, cume sono i ranuncoli, i giacinti, i garofani, e simili.

Lo spargimento dell'eccesso di sostanza nutritiva nell' ovaio è quello che ha arricchita l' agricoltura di tutte le frutta gentili che chiamiamo *domestici*, perchè si è creduto che la polposità che le distingue fosse l'effetto di una lunga coltura.

Il caso più raro, che l' eccesso di sostanza nutritiva spargasi in tutto il tessuto e dia origine a nuovi e singolari prodotti, si verifica nel fico domestico, nell' ananasso, nella canna a zucchero, nella banana, nel frassino a manna, nel lentisco a mastice, nel balsamo della Mecca, e in molte altre piante mostruose la cui pinguedine, o il prodotto straordinario che la sostituisce, non è che l' effetto del mulismo.

In questa teorica crede il Gallesio avere trovato la chiave per ispiegare il fenomeno singolare del mastice che produce il lentisco nelle isole dell'Arcipelago, e della manna che si ottiene dal frassino, spiegando così, a suo credere, ciò che vi è di più misterioso nel regno vegetale; e siccome una teoria che spiega tutti i fenomeni di un ordine di cose diventa di sua natura una dottrina, così invitò i naturalisti a porla ad esame, dichiarandosi pronto a ricevere con rispetto le loro osservazioni, e farne soggetto di nuove meditazioni. È solo in questo modo che si giugne realmente a conoscere la verità, e la verità in questo argomento è di una importanza assai grave per la scienza.

Il frassino a manna offre uno dei molti misteri che la scienza non aveva ancora svelati, e che trovano la spiegazione nella teorica del mulismo. Tutto annunziava che questa pianta privilegiata, quasi esclusiva della Sicilia, fosse una varietà del *fraxinus ornus:* ma non si intendeva perchè, anche in quel clima, se ne trovassero piante che producevano la manna, ed altre che non ne producevano; e fra le prime, alcune che ne producevano di più e altre di meno. L' esempio della canna da zucchero e quello dell' amiris balsamifera indussero Gallesio a sospettare che la manna che si ottiene da certe piante particolari di frassino, fosse determinata dalle cause medesime che determinano la midolla zuccherina nella canna coltivata e il balsamo nell' amiris della Mecca.

Per verificare la cosa, ricorse a diversi naturalisti in Sicilia, e fra questi a Scigliani di Catania, ai quali propose le proprie congetture, pregandoli ad esaminare se veramente i frassini manniferi sieno muli, come egli sospettava. La loro risposta confermò le di lui previsioni. Riconobbero, che quanto più una pianta abbonda di manna, altrettanto scarseggia di semi, e che le più abbondanti non ne producono affatto; che spesso nascono piante mannifere dai semi del frassino semi-mulo, e qualche volta anche da quelli del frassino normale; ma che quelle piante le quali formano la ricchezza dei coltivatori perchè abbondano singolarmente di manna, sono tutte figlie di una varietà assolutamente sterile, anticamente acquistata, e che si conserva e si propaga col mezzo delle talee o dell' innesto. Questi fatti non sembrano lasciar dubbio sull' analogia del fenomeno e delle cause che lo producono.

Il mastice che cola dal lentisco nell' isola di Scio, è un altro fatto uguale a quello della manna. Tutte le coste marittime dell' Europa meridionale sono coperte di lentischi, e nella sola isola di Scio cola dalle incisioni cui sono assoggettati una specie di balsamo molto apprezzato dai Turchi, e che è riservato pel serraglio del Gran-Signore. Si è disputato, se sia quella una specie distinta dal *pistacia lentiscus* di Linneo, o se,

essendo la stessa, sia dovuta al terreno od al clima la proprietà singolare di colare quel prezioso liquore. Vi furono fra i botanici partigiani della prima opinione, e ve ne furono per la seconda; ma nessuno ha potuto sostenere nè l' una nè l' altra con ragionamenti fondati, sicchè se si mettono all' esame della scienza cadono ambedue.

In questo stato di ambiguità presentossi alla mente di Gallesio l' idea che il fenomeno del mastice possa avere le stesse cause di quelli della manna e del balsamo. La difficoltà di eseguire un viaggio in quei paesi e l' impossibilità di supplirvi con l' aiuto di amici istruiti, come aveva fatto per la manna in Sicilia, non gli permisero di verificare con l' osservazione le sue congetture. Dovette adunque cercare qualche raggio di luce negli scrittori che riferiscono il fenomeno, e le di lui ricerche non furono infruttuose. Riconobbe fra i lentischi che nascono spontanei nell' isola di Scio, trovarsene molti che non producono mastice, o ne producono poco, ed essere invece da questi che si ottiene il seme per propagare le piante sulle quali si innesta la varietà che ne produce. Così riconobbe che quei lentischi i quali abbondano di mastice sono piante mule che non allegano semi, e che perciò si propagano dalla coltura con le talee o cogli innesti.

Un esempio di fenomeni uguali ai sopra descritti, si ha nella maremma Toscana, nella Val-di-Chiana, nel Val-d' Arno e nella Romagna Toscana ove si coltiva pel nutrimento del bestiame una varietà di olmo, la cui foglia è tanto grande, che a prima vista fa dubitare se sia un vero olmo.

Il Savi, nel suo trattato sugli alberi della Toscana, la riporta come una varietà dell' olmo nostrale, sotto il nome di *ulmus latifolia*, e dice, che per solito si moltiplica con l' innesto. Il Persoon la registra ugualmente come varietà dell' ulmus. Il Gallesio, nel vederlo, formò subito il sospetto che fosse un mulo. Chiese come si moltiplicasse, e venne assicurato che ciò non si faceva che con l' innesto. Ne dedusse la conseguenza che doveva essere sterile, e verificò che diffatto nessuno vi aveva mai scoperti semi nè fiori.

Per convincersi che il prodotto di un seme fosse proveniente da una concezione anormale, riflettè che in questa ipotesi la sproporzione fra gli atomi sessuali concorsi alla sua formazione, non avrebbe potuto lasciar luogo ad un' organizzazione perfetta; e che il germe che ne fosse uscito dovrebbe mancare degli organi della generazione. Bisognava adunque che la sostanza destinata a svolgersi in polline e in principio femmineo avesse uno sfogo, e lo avuto nelle foglie. In tal modo egli osserva, aversi potuto stabilire la genesi di una pianta che senza l' aiuto della sua teorica resterebbe ancora un mistero.

Il mulismo crea quindi forme nuove che escono dai caratteri stessi della specie, e persino da quelli del genere; ma queste forme non sono che individuali e periscono con l' individuo che le ha spiegate. La specie sola resta intatta e si conserva negl' individui tipici. Essa è il complesso degl' individui provenienti per generazione da un tipo originario fissato dalla creazione, e perciò è costante, immutabile, eterna. Gl' individui invece sono esseri precarii che si formano ogni giorno nella specie dalla combinazione dei due principii che la compongono, e che perciò hanno una vita determinata, e spariscono.

Fra le stravaganze del mulismo la più osservabile è quella delle varietà che escono dai caratteri della specie, e qualche volta persino della classe in cui la natura ha collocato il tipo. Ne abbiamo un esempio nella fragola. È noto che nell' ordine normale questa pianta è monoclinia, e che

ogni fiore ha i due sessi riuniti, pure ne esistono razze che sono diacie. Avvene une che è comune in tutto il Piemonte, e distinguesi col nome di maggiostra. Poiteau e Turpin, nel loro Trattato degli alberi fruttiferi, ne descrivono molte, e riguardano il loro carattere come specifico: così ne fanno una specie separata che distinguono col nome di *capruniers*, aggiugnendo che la loro origine è ancora un problema.

La storia però che ne danno prova che sono anch' esse varietà delle specie fragaria, e che le loro mostruosità è dovuta alla fecondazione. Nei principii della teorica del mulismo, è possibile che provengano del seme di piente tipiche; ma è più ragionavole ripeterle dai semi di qualche varietà deviata, che il disordine della fecondazione nelle generazioni che l' hanno preceduta, aveva già disposto a simile modificazione.

Il fico offre un altro esempio di questo fenomeno. Il fico tipo è monecio. La parte superiore del ricettacolo contiene i fiori maschi, e l' inferiore i femminei. La superfetazione o il meticismo hanno dato luogo a molte concezioni irregolari, e ne vennero varietà mule, come sono quelle delle nostre ficaie coltivate, che portano in compenso un ricettacolo grosso e mieloso, e delle verietà semimule, come sono le ficaie dell' Arcipelago, le quali non contengono che soli fiori femminei, e perciò non acquistano nè la maturità botanica nè la pomologica, a meno che la caprificazione non supplisca alla mancanza dei maschi, come sono le varietà salvatiche, le quali non contengono che fiori maschii, e si conoscono poco, perchè, non essendo di alcuna utilità, restano rilegate nei luoghi incolti.

Sono queste varietà aberrate che hanno indotto in errore i botanici, e gli hanno determinati a mettere il fico nella classe delle poligemie. Ma chi conosce i fenomeni del mulismo e le stravaganze dei suoi effetti, si persuade fecilmente, che questi caratteri, quantunque diversi da quelli che determinano la specie, sono semplici modificazioni individuali, ossieno mostruosità che compariscono in individui sterili e periscono con essi.

I caratteri delle specie sono sempre gli stessi, ma ricevono negl' individui che le compongono un' infinità di modificazioni che si chiamano *fisonomie*, e che nell' individuo che le spiega sono tanto inalterabili quanto i caratteri della specie.

Quando queste fisonomie sono normali si ripetono facilmente nell' insieme dei loro lineamenti, e perciò la coltura le abbandona alla vita naturale dell' individuo, nè si cura di fissarle: periscono con esso; me quelle che succedono, essendo poco diverse, nè compensano la perdite. Quando sono anormali, periscono ugualmente con l' individuo, ma non si riproducono. Quindi la loro perdita è senza compenso.

Per la qual cosa appunto l' arte cerca di fissarle, e lo fa, frazionando l' individuo o col portarne le gemme a vivere nella terra con radici avventizie, o col portarle a svilupparsi e vegetare sopra di un' altra piante sulla quale s' innestano; ma, una volta fissate, si conserveno inalterabili, e vivono interi secoli senza che qualunque siasi influenza le possa cangiare. La loro esistenza è precaria perchè dipende dall' arte; ma la loro inalterabilità è immautabile perchè è nella natura.

Tale è l' origine e le condizione di tutte le piante singolari che adornano i nostri giardini. Le variazioni che degenere in varietà, elle quali sono ricorsi i fisiologi per ispiegare questi fenomeni, non sono in natura; e le ipotesi immaginate da alcuni agronomi per ottencre un così detto miglioramento delle frutta, mediante una serie d' innesti sopra innesti, e di seminagioni

incrociate con essi, sono sogni contraddetti dai principii della scienza e smentiti dall' esperienza.

La natura ha fissato in principio il modulo di tutti gli esseri; ha stabilite le leggi immutabili che dovevano regolarne la vita; ha determinato nel piano generale dell' universo le stesse aberrazioni che dovevano variarle, e limitandone gli effetti, ha prevenuta la confusione che avrebbero potuto produrre, ed ha assicurata la stabilità del mondo fisico nello stato in cui è uscito dalle mani della creazione.

L' origine delle varietà è in vero cosa sì semplice, che sembra strano come sia sfuggita per tanto tempo all' osservazione dei fisiologi. Pure sembra che sinora non sia stata ben colta da alcuno. « L' origine delle varietà è ben difficile a comprendersi, dice Decandolle il figlio. La divisione non fa che estendere uno stesso piede; la riproduzione sviluppa un essere nuovo. In questo secondo caso il legame che esiste fra i corpi produttori ed i germi, è così sconosciuto e così misterioso che niente indica a priori che le generazioni successive debbano rassomigliarsi. »

Il Gallesio, partendo da' suoi principii suesposti, confessa non trovare tanto mistero. Se l'essere che sviluppa la riproduzione è un essere nuovo è chiaro, egli dice, non poter essere identico con quello che lo produce; ma è chiaro pure, che essendo formato in lui e da' suoi organi, ne dee avere i caratteri generali. Siccome però i corpi produttori sono due, e concorrono ugualmente alla combinazione dell' essere nuovo che viene da loro, così è chiaro che il legame che esiste fra essi e il germe, sta nell' organizzazione combinata dei due concorrenti, e che le modificazioni che diversificano le generazioni dipendono dalle proporzioni del loro concorso.

Nel regno animale è questa una verità popolare. Perchè adunque non è riconosciuta egualmente nel regno vegetale? La soluzione del problema sta nelle anomalie che alterano l' analogia generale che lega questi due rami della natura organica. In ambo i regni, il germe che si forma nell' organo femmineo, è il prodotto della combinazione dei principii contenuti nei sessi, e perciò partecipa di ambidue; in ambo i regni ogni combinazione forma un individuo, e ogni individuo ha una fisonomia propria: adunque in ambo i regni le varietà che risultano dalla differenza dei lineamenti fisonomici hanno origine nella concezione.

Fin qui l' analogia non può essere più esatta; ma non si conserva tale che nei fenomeni del regno normale. Appena si entra nel regno anormale i due regni diversificano in modo da deviare facilmente il naturalista che li studia. Nel regno animale le concezioni ibride sono rarissime, e in generale non hanno luogo che con l' aiuto dell' arte che avvicina appostatamente le specie: nel regno vegetale sono frequenti, e vengono operate dalla natura: le razze sono più facili a formarsi, e sono più persistenti nel regno animale che nel vegetale, ma i meticci che risultano dalla loro unione sono fecondi nel regno animale e moltiplicano gli incrociamenti e le varietà, nel mentre che quelli del regno vegetale sono muli, e non si riproducono.

Il regno animale non conosce le superfetazioni, e se esistono fenomeni analoghi provenienti da cause capaci di turbare la concezione, si riducono a leggere alterazioni parziali, o alla produzione di sconci informi senza una vera organizzazione, e incapaci di vita. Nel regno vegetale, sono invece le superfetazioni che danno origine alla maggior parte dei mostri, che formano l' ornamento dei giardini.

Finalmente, nel regno animale l' individuo ha un' esistenza determinata e, morendo sparisce. Nel vegetale invece, prima

di morire si rinnova nelle propria gemme, le quali, staccate dalla piante madre, acquistano tutte un'esistenza propria, e ripetono ognuna il periodo di vita che ha goduto il padre. Così nel regno animale si vede ogni individuo alla sua nascita, e, conoscendone l'origine, si ha un' idea chiara della sua natura: nel regno vegetale invece i muli compariscono come per sorpresa, senza essere avvertiti, e, conservandosi poi nelle loro gemme staccate, e moltiplicandosi indefinitamente col mezzo della coltura, nascondono all' uomo la loro origine e lo obbligano a ricorrere alle congetture per indovinarla.

Qui è appunto dove principia l'imbarazzo della scienza. La moltiplicazione per gemme forma gruppi indefiniti di esseri che simulano altrettanti individui distinti, e che, in un certo senso della parola, lo sono; ed è a questi gruppi, i quali compiono quasi come tante famiglie, che si diede il nome di *varietà*. Ognuno vede però che questi gruppi non sono in fondo che una collezione di frazioni di un solo individuo, e perciò corrispondono nel loro principio a ciò che nel regno animale ha ricevuto il nome di *fisonomia*.

Si esamini l'induo nel regno animele: è un essere distinto, fissato dalla creazione, immutabile nei suoi caratteri perticolari, come la specie nei suoi generali, e che, quale è nato, si conserva fino alla morte.

Tale appunto è l'individuo nel regno vegetale: le sue variazioni non hanno alcuna latitudine più che non l'abbiano quelle del regno animale: si riducono tutte ad un maggiore o minore sviluppo, o ai sintomi di qualche malattia che ne produce la disorganizzazione o la morte. Così non si trasmettono per divisione. Le modificazioni che si conservano con questo mezzo, riconoscono il loro principio nell'organizzazione dell'individuo. Gallesio considera come tali le spine e i peli che si sviluppano dove non apparivano e principio; le foglie ripiegate in sè stesse che distinguono qualche pianta, come succede nel *salix anularis*, le screziature o i colori nuovi che si spiegano in certi fiori interpolatamente, come nei garofani e nell'ortensia; le forme sempre varie e bizzarre, che compariscono sovente nelle frutta di un anno e non in quelle di un altro, come nell'arancio di bizzarria, nel fico fetifero, nell'uva a due colori e in tante altre mostruosità che non si svolgono che in certe date circostanze, e in certi dati periodi.

Tutte queste modificazioni sono state prese per variazioni, ossia per cangiamenti accidentali prodotti dall' azione di cause esterne; ma se fossero state studiate nella loro origine, nei loro progressi e nei loro sintomi, si sarebbe riconosciuto che provengono sempre da un disordine originario dell'organizzazione, e che, se non si spiegano in fatto, esistono però in disposizione, e non hanno bisogno che di certe circostanze particolari per isvilupparsi. Questa specie di intermittenza forma uno dei fenomeni più singolari del regno vegetale, e quello forse che ha dato luogo a tante teorie false ed inutili; ma la sua esistenza è dimostrata, siccome è dimostrato che è sempre compagna dell' ibridismo e del meticismo.

Se le veriazioni hanno per carattere di provenire da circostanze esterne, e di non trasmettersi per divisione, ne viene per conseguenza necessaria che i prodotti divisi, ossieno le gemme, prese sopra una parte che offre qualche modificazione, non potranno mai diventare l'origine di una varietà. Qualunque possa essere il grado di intensità e di durata che abbia determinato le variezioni, saranno sempre modificazioni accidentali e locali, che non potranno mai influire sopra la natura dell' essere, ossia sul suo organismo, ma che resteranno limitate ai membri par-

ziali degli individui nei quali si saranno spiegate.

L'esempio della vite, portato da Decandolle il figlio combatte la teorica delle variazioni piuttosto che sostenerla. È vero che la vite si multiplica da un tempo immemorabile col mezzo delle talee, ma non è vero che queste talee abbiano prodotte le modificazioni infinite di colore, sapore e qualità che presenta questa pianta.

Era questa l'ipotesi degli agronomi antichi, passata fra i moderni e sostenuta da uomini sommi. Rozier, Tavanti, i membri dell' Istituto di Francia nel Nuovo Corso ragionato di Agricoltura del 1809, e ultimamente Lenoir, fondarono sopra essa tutte le loro teorie sulle varietà : ma se si sottopone all'esame della ragione e della esperienza, si riconosce che si appoggia sopra semplici congetture, ed è invece smentita da tutti i fatti. Gallesio si rimette alle prove che ne diede un distinto naturalista piemontese, il Gatta, nel di lui Saggio sulle viti e sui vini della Val d'Austa, le quali si trovano sostenute da molte osservazioni di fatto di Don Clemente Roxas, riferite nella sua opera Sulle viti dell'Andalusia.

Gallesio osserva che se si esamina la storia e si tiene dietro all'osservazione ed all'esperienza, si dee convincersi che, le viti che si coltivano presentemente in Francia ed in Alemagna non provengono per divisione dai vitigni che vi furono introdotti dall'incivilimento romano. Forse ve ne esisteranno anche alcune di quelle, come, per esempio, le moscadelle (*vitis appiana*), la passeretta (*uva di Corinto*), ed altre simili ; ma è certo che molte altre vi furono introdotte posteriormente da paesi diversi, e che la maggior parte si formarono nel luogo ove si coltivano al presente dai semi delle antiche uve nei tempi di spopolazione e di abbandono, che hanno segnata la barbarie del medio evo.

Gallesio crede che si debbano attribuire a questa loro origine i caratteri singolari dei vini di quelle contrade, i quali hanno un non so che di particolare analogo al clima in cui si è formato il vitigno, e che differisce in modo così sensibile dalle qualità che distinguono i vini del mezzogiorno.

Del resto, tutte queste divergenze di opinione posano sopra una mala intelligenza. Basta distinguere le variazioni che hanno luogo nelle generazioni da quelle che si attribuiscono agl' individui. Le prime sono fatti, e sono la conseguenza delle leggi che reggono il regno organico : le seconde sono supposizioni od apparenze, e risultano incompatibili coi principii. Con questa distinzione conciliansi tutti i dispareri.

(Giorgio Gallesio.)

MULLAGHERA. Specie di cicerchia (*Lathyrus aphaca*, Linn.) che è comune in Europa fra le biade, e fiorisce nel maggio e giugno. È molto gradita ai bestiami e come foraggio rende migliore la paglia, alla quale trovasi mescolata ; ma si estirpa perciò che riesce nociva ai raccolti.

(Loiseleur Deslongchamps.)

MULO. Come vedemmo nel Dizionario, dicesi *mulo* quell' animale che risulta dall'accoppiamento di un' asino con una cavalla o di un cavallo con un asina, dandosi per altro più comunemente il nome di *mulo* al primo, e quello di *bardotto* al secondo. Si è riconosciuto in generale che i muli tengono e partecipano della madre piuttosto che del padre ; quindi il mulo propriamente detto somiglia maggiormente al cavallo ed è più grande e vigoroso, massime quando derivi da una cavalla grande e forte, mentre invece il bardotto maggiormente avvicinasi all'asino. Il mulo ha la parte anteriore meglio formata, il

collo più forte, il petto più spanto, il corpo più rotondato, la parte posteriore più svelta, il dorso meno vivo, i fianchi meno sporgenti, la groppa più rotondata e nutrita, mentre invece il bardotto, partecipando dell' asino, ha il collo sottile, la testa grossa e pesante, il petto stretto, i fianchi e la colonna vertebrale saglienti, la groppa appuntita ed affossata. Il mulo dee inoltre all' asino le lunghe sue orecchie, la fermezza del piede, l'ottimo suo temperamento; dee alla cavalla sua madre maggiore bellezza di forme, una più grande statura, docilità e vivacità alquanto maggiori. Più vigoroso dell' asino e temendo il freddo meno di lui, essendo più sobrio, più robusto e meno soggetto a malattie del cavallo, non teme al pari di questo il calore ed i rapidi cangiamenti di temperatura; resiste altresì meglio di ognuno di essi alla fatica, conserva più a lungo il suo vigore ed ha una vita più lunga, durando, a quanto si dice, da 40 a 50 anni e citandosene uno ad Atene che nel visse 80.

Come negli asini e nei cavalli valutasi l'età del mulo dai denti. È di raro ammalato ne mai imbulsisse, locchè certamente deriva dall' essere più sobrio e meno ardente del cavallo.

È molto difficile riconoscere nel mulo la razza donde deriva, sicchè nel commercio, senza occuparsi della razza degli asini e delle cavalle donde vengono i muli, guardasi in essi soltanto alla statura, alla forza ed alla buona conformazione delle membra, e siccome queste varie qualità dipendono per lo più dai luoghi, così, si suole indicarli e distinguerli secondo i paesi donde provengono. Ad ogni modo nell' accoppiamento per averne muli devonsi scegliere cavalle svelte e leggere oppure grasse e robuste secondo che se ne vogliono ottenere muli da sella o da carrozza, oppure muli da soma o da tiro.

Siccome è dei cavalli così anche pei muli se ne trova di quasi tutti i mantelli; ma i più comuni sono il baio bruno ed il nero dilavato. I muli talvolta hanno come gli asini la striscia in croce; ma non vedesi che in quelli di color chiaro. Quantunque vengano da asini a pelo lungo, in generale hanno il pelo liscio e corto. Quelli che da giovani hanno il pelo assai lungo, come gli asini, sono più apprezzati degli altri, ma sono rari, eccettochè nel Poitou, dove sono quasi tutti di tal fatta, almeno quelli che vengono dalle cavalle pasciute nei paludi. Questa differenza del resto dileguasi in capo al primo anno o quando cessano di poppare, nè in appresso differiscono dagli altri, riuscendo però, a quanto si dice, più forti e più belli.

Benchè i muli distinguansi in maschi e femmine, e benchè abbiano tutti gli organi della generazione regolarmente formati, e sieno molto dediti alla lussuria, pure si è riconosciuto oggidì che ad eccezione di alcuni casi ben rari sono incapaci di riprodursi, e che la loro fecondità non è mai trasmissibile, sicchè l' unico mezzo di procurarseli è l' accoppiamento dell' asino e della cavalla.

Parlando del modo di procurarsi i muli di buona qualità e di allevarli a dovere non crediamo poter far meglio che narare quanto si pratica in Francia nel Poitou, donde, come dicemmo, traggonsene di molto belli e ricercati. Ivi a piccole distanze trovansi depositi composti dei più belli individui della specie; i proprietarii ed i ricchi fittaiuoli hanno belle e robuste cavalle bretone col petto, l' addome e la groppa bene sviluppati, le quali si adoperano unicamente a questa produzione. Si preferisce specialmente una razza di cavalle che escono dalle paludi di San Gervasio, e sono bestie robuste, e che hanno il pelo lungo spesso sei pollici. Si fanno montare queste cavalle nei mesi di aprile,

maggio e giugno, e la loro gestazione dura da undici mesi ad un anno. In tutto questo frattempo se ne hanno cure particolari e si trattanu con grandi cautele. Durante l'allattamento, e principalmente nei primi giorni, nutronsi meglio ed ancora più copiosamente. Nella state si danno loro i più grassi pascoli, nel verno i foraggi più scelti, la crusca, l'orzo, l'avena e talvolta anche il pane, per mantenerle in buono stato ed aumentare il latte. Nutronsi parimente i piccoli muli tosto che sono in istato di mangiare qualche cosa, lo che avviene in capo ad alcuni giorni. Non è raro vedersi vendere alcuni di questi muli all'età di otto a dieci mesi 007 franchi od anche più, il valor medio di essi riuscendo sempre di 4 a 500 franchi. Il divezzamento si fa in capo a sette od otto mesi e spesso dalla madre stessa; essendo quello il momento di nutrire copiosamente i giovani muli se non si vuol vederli perire.

Negli altri paesi l'allevamento dei muli si fa invece generalmente con grande trascuratezza, e nei dintorni stessi del Poiton più non si trovano che meschini depositi posti a grandi distanze, e quindi sopraccaricati di cavalle. Ivi trovansi asini di seconda, di terza o di quarta qualità, cui si dà quanto occorre per conservare loro un vigore ed una salute mediocre. Alcuni tengonsi sempre nella stalla, altri vi si tengono solo pel tempo che dura la monta, e quando vi sono le nevi ed i forti geli, mandandoli pel resto dell'anno a stabbiare in cattive e deserte pianure. In alcuni luoghi invece finita la monta adoperansi per vari lavori, ed allora si nutrono un po' meglio nella stalla. Questo uso torna ad essi proficuo, poichè alimentandoli con sufficiente abbondanza, e con cibi di buona qualità un moderato lavoro li mantiene forti e sani, mentre invece un ozio costante gli affievolisce e gli spossa. Quanto alle cavalle per lo più si prendono queste già spossate dai lavori, piccole o grandi, buone o cattive, senza averne altra cura che di condurle nei peggiori pascoli, dopo soltanto che i buoi e le vacche vi si sono cibati, facendole rientrare la sera in una stalla con un grosso strato di letame dove non se ne ha la menoma cura; quindi il loro mantello è sempre lordo di terra e di letame, e i loro crini intralciati a segno da non poterli ravviare senza tagliarli. Queste povere bestie cacciansi al pascolo tanto col tempo cattivo come col buono, eccetto quando la terra è coperta di neve o quando il ghiaccio distruggendo ogni vegetazione ha bruciato l'erba a tal segno che è impossibile all'animale di afferrarla e cibarsene; allora si danno a queste cavalle le loppe, i grani ed altre sozzure che cadono dal fieno nello scuoterlo o le spazzature del granaio, nè si dà loro un poco di fieno puro che il giorno del parto od anche tutto al più il giorno dopo.

I piccoli muli non vengono trattati con maggior cura, inviandoli con le loro madri tosto che possono camminare, lo che succede quasi immediatamente. L'unico alimento di questi giovani muli nei primi tempi è il latte della madre che è assai scarso atteso il cattivo cibo che ricevono, ed in appresso alcune manciate di fieno che loro si danno a malincuore quando possono masticarlo. Non si ottengono quindi che scarsi prodotti e la media delle vendite è di 75 a 80 franchi all'anno.

Mentre però nei paesi dove si ha cura dell'allevamento l'annua riuscita è per lo meno di novanta su cento cavalle condotte alla monta, negli altri luoghi non è che tutto al più di 50, lo che dee attribuirsi: 1.° alla inferiorità, alla cattiva scelta ed alla debolezza degli stalloni troppo sopraccaricati e malamente tenuti; 2.° alla poca disposizione ed attitudine al con-

cepimento delle cavalle, affievolita e raffreddate dalla mancanza di cibi e dallo allattamento; 3.° alla frequenza dell'aborto prodotto da queste cagioni e dalla mancanza delle cure necessarie.

Malgrado tuttavia un così debole prodotto trovasi ancora in molti paesi un grande vantaggio ad allevare i muli invece che i cavalli, imperciocchè: 1.° i piccoli muli riescono quasi sempre e senza alcuna fatica, mentre invece i puledri sono per lo più sofferenti o malaticci, sicchè appena su cento ne sopravvivono cinquanta; 2.° mentre in capo ad otto o dieci mesi al più un mulo vendesi da 60 a 240 franchi, difficilmente giugnesi a vendere per 40 a 80 franchi un puledro di un anno, ed occorre perciò che sia di belle forme e di buona statura, mentre se è difettoso od esile non si può venderlo a nessun patto: un mulo invece può sempre vendersi per quanto sia debole e meschino.

I muli possono applicarsi agli stessi usi dei cavalli, cioè a portare l'uomo o pesi qualsiasi, a trascinare la vettura, l'aratro o simili, importando soltanto di scegliere per ciascun lavoro l'animale che vi è meglio adattato.

I muli che convengono al basto, al carretto, all'aratro sono quelli a collo corto e robusto, a forme tarchiate, a corpo grosso, dorso, e reni larghi e diritti, piuttosto rigonfi che concavi, fianco piccolo, membra forti, paralelle e bene a piombo, garetto bene sviluppato, il metacarpio grosso, uguale, sano e netto, il nodo sagliente e coperto di un grosso fiocco di pelli, il pastorale mezzano, piuttosto un po' corto che lungo, l'ugna grossa, rotondata alla cima, larga ed aperta al tallone.

Quelli invece che destinansi da sella devono avere forme meno materiali, ma più eleganti, la testa più alta, più sottile, l'orecchia più corta, il collo più sciolto; il corpo più allungato, il garrese più rialzato, i reni diritti e non mai arcuati, affinchè abbiano maggiore dolcezza nei loro movimenti che la loro struttura rende naturalmente un po' duri. Del resto esigesi come pei primi che sieno bene piantati ed a piombo, ma che abbiano le membra più snelle, la spalla piatta, il garetto largo, il metacarpo corto, liscio, secco ed a musculatura ben sentita, il nodo poco guernito di pelo, l'ugna rotonda e ben proporzionata, il tallone alto ed il pastorale piuttosto lungo, poichè, se fosse corto, l'animale avrebbe sempre il trotto piuttosto duro ed a scosse.

In generale, oltre alla superiorità della forza e della durata che tiene sull'asino e sul cavallo, il mulo ha i vantaggi sul primo del vigore e della statura, e quello della salute e della sobrietà sul secondo. Tuttavia quantunque sia meno delicato pel cibo se ne trarrà un servigio tanto migliore quanto meglio sarà nutrito, ed allora non si troverà grande differenza fra il consumo di esso e quello di un cavallo di uguale statura, se non che a quantità uguale di cibo lavorerà di più. Se poi invece di tenerlo nella stalla se lo mandi al pascolo nè se ne esiga che un mediocre lavoro, si troverà che è molto preferibile, poichè vivrà assai bene dove un cavallo morirebbe di fame.

In generale il mulo è più forte, più agile e vive più a lungo della mula; ma questa è più dolce e più docile. Ad eccezione quindi di quelli destinati ai carretti cui nulla vuol togliersi della loro forza, castransi tutti gli altri alla età di uno o due anni per renderli più pazienti e più sommessi, e per togliere loro quello sfrenato desiderio dello accoppiamento che ne rende l'uso pericoloso.

Nei paesi di colline o di montagne è comunissimo l'uso dei muli, come bestie

da soma per trasportare sul dorso merci od anche passeggieri, la maggiore sicurezza del loro passo e la sobrietà, facendoli preferire ai cavalli. Nella Romagna se ne vedono di bellissimi, i quali attaccansi alle carrozze, e si vendono a carissimo prezzo. Quanto alla loro forza applicata al movimento delle macchine, si calcola che possano innalzare 27 chilogrammi ad un metro al secondo lavorando per otto ore al giorno, e dando quindi in questo tempo l' effetto di 777600 chilogrammi innalzati ad un metro. Cazanel, dice, che nelle Indie Occidentali un mulo lavora due ore su diciotto con una forza di circa $76^{chil.},95$, avanzando di $0^{m},914$ al secondo.

Quantunque robusti e poco delicati, i muli non vogliono essere sforzati nel loro lavoro. Se si eccedono le loro forze, massime mentre sono giovani, si corre il rischio di spossarli prontamente e di renderli capricciosi. Non bisogna neppure farli lavorare troppo presto; tre anni è l' età conveniente. In molti paesi, nulla ostante, si ha la cattiva abitudine di assoggettarli all' aratro fino dall' età di 30 mesi; ma questo uso è dannoso all' accrescimento dei muli e prontamente gli stanca.

Il mulo è specialmente indispensabile nei paesi dove il cattivo stato delle strade, le montagne, i precipizii o i movimenti del terreno qualunque, rendono impossibile o troppo costoso l' uso dei veicoli a ruote; perciò in questi paesi è comunissimo l' uso dei muli. Col loro mezzo trasportansi le biade e le merci in alcuni luoghi, e vengono pure impiegati quasi esclusivamente pei trasporti nelle miniere, nelle cave, nei boschi in pendio, sopra colli poco accessibili alle vetture ed alle carrette, e pel trasporto sul dorso nelle officine di carbone, di minerali, di terre ed altro. In tali paesi pertanto e vicino a questi stabilimenti trovansi mulattieri che posseggono da 10 a 20 muli per ciascheduno e si incaricano dei trasporti.

Questi muli non hanno altro pascolo tranne quello che possono trovare nella pianure arida sparse di eriche e di giunchi, dove vivono tutto l' anno di cime di giunchi, di ginestra, di gramigna, di medica azzurra e di altre graminacee dure e coriacee. In tal guisa la maggior parte passano tutte le notti dell'anno al pascolo per lavorare il giorno. Solo si dà loro un poco di avena quando sono giovani, deboli o malati. Tuttavia queste povere bestie, estenuate dal lavoro, coperte spesso di pidocchi e di rogna per mancanza di cura, fanno un ottimo servigio, e trasportano quasi ogni giorno, per istrade pessime, donde a fatica si traggono, alla distanza di due o tre miriametri, un peso medio di 75 a 80 chilogrammi, lavoro cui non potrebbero resistere i cavalli anche meglio tenuti. Se ne ha una prova nella necessità che hanno i mulattieri di cangiare frequentemente la cavalla che serve di guida ai loro muli, la quale, quantunque meglio governata, meglio nudrita ed anche quasi sempre con l'avena, non può tuttavia resistere a questa fatica. A dir vero, perdono sovente i muli negli inverni più rigidi a cagione del freddo, della fame e delle malattie; ma con un poco più di cura e nutrendoli meglio si eviterebbe una gran parte di questi accidenti.

Si ha l' uso di ferrare i muli con ferri comuni o in forma di mezza luna rialzata, e tali da sopravanzare la cima di circa un pollice. Questo ultimo modo ha per oggetto di guarentire il piede dai colpi, ed impedire che ne abbiano danno massime nei luoghi sassosi. (V. MANISCALCO.)

Il commercio dei muli è di una certa importanza per molti paesi, vendendosi ordinariamente alla età di 7 a 10 mesi. Acquistò nuova estensione ed importanza dacchè sostituironsi questi animali ad una

parte dei lavori degli uomini, dopo gl' impedimenti oppostisi all' odioso traffico della tratta dei Negri. Dal 1826 al 1835 nel solo porto di Cherburgo se ne spedirono circa 9000 al Borbone delle Antille: a tale oggetto non si vogliono però che muli da 4 a 15 anni, attesochè, se sono più giovani, si assicura che non possono sostenere il viaggio, e se sono più vecchii, non compensano le spese del loro trasporto. Mandansi pure molti muli nella nuova colonia di Algeri. Siccome i cavalli, così anche i muli scemano molto di valore in commercio con la perdita totale dei loro denti caduchi o denti di latte, divenendo allora molto incerta la età dell' animale, e prestandosi questo meglio alla frode per parte dei mercanti e dei sensali.

Il letame del mulo, come quello dell' asino, è caldo, adattatissimo alle terre fredde ed umide, granitiche ed argillose; la sua pelle, le sue unghie, le sue ossa, la sua carne, ed in fine tutte le sue parti si adoperano nelle arti come quelle dei cavalli e degli asini.

Il bardotto, che è l' *hinnus* dei Latini, differisce dal mulo propriamente detto, come notammo, solo per essere figlio del cavallo e dell' asina, invece che dell' asino e della cavalla. Siccome i meticci tengono più alla madre che al padre, così il bardotto somiglia maggiormente all'asino: in generale ritiensi come più robusto e più sobrio del mulo. Dietro a ciò dee recare sorpresa di vedere così poco propagato questo animale, mentre, invece il mulo è tanto comune; ma ciò dee attribuirsi alle seguenti ragioni: 1.° al minor ardore per l' accoppiamento del cavallo che dell' asino, e quindi alla maggiore difficoltà di fargli montare una femmina di specie diversa dalla sua; 2.° al poco vantaggio che si avrebbe di far montare dal cavallo le belle asine, le quali danno animali della loro specie di prezzo molto maggiore che quello dei muli e bardotti; 3.° alla difficoltà ed al pericolo della unione di un cavallo, anche di media statura, con un'asina di piccola statura, ed al poco profitto che si trarrebbe da questo accoppiamento, il quale anche in quei rari casi nei quali avesse il bramato risultamento, non darebbe che prodotti poco importanti per la loro debolezza e piccola statura, partecipando principalmente della natura della madre.

(Pressat — Nicholson.)

MULOMEDICO. Medico che cura la infermità delle bestie, e che oggi dicesi più comunemente *veterinario*.

(Alberti.)

MULSA, MULSO. Specie d' idromele, cioè miscuglio di nove parti di acqua con dieci di miele fatti bollire insieme. Gli antichi Romani avevano pure una bevanda cui davano questo nome, e che componevasi invece di miele sciolto nel vino, e ne usavano al principio del pranzo ed in seguito di esso, come facciamo dei liquori forti.

(Alberti — Rossi.)

MULTICIO. Nome di una tonaca leggera ed assai preziosa che dapprima era fatta di lana finissima, poi di una specie di velo composto di lino e di seta. In Roma, sotto gl' imperatori, furono le prime a portarlo le donne ricche; poi, sotto Aureliano Severo, vennero imitate dagli uomini. Forse soltanto al tempo di Aureliano Severo incominciò ad entrarvi seta, sebbene questa anche allora si pagasse in Roma a peso d' oro.

(Rossi.)

MULTIPLICARE. V. Moltiplicare.

MULTIPLO. Nella aritmetica dicesi quel numero che ne contiene un altro un certo numero di volte esattamente: così diciotto è il multiplo di sei, oppure di tre, oppure di nove e simili. Il multiplo comune di due o più numeri è quello che

li contiene tutti un certo numero di volte: così 36 è il multiplo comune di 4 e di 9, essendo uguale a nove volte il primo ed a quattro volte il secondo.

(FRANCIS.)

MULTIPLO. Nella geometria analitica chiamasi quel punto pel quale passano due o più rami di una curva.

(FRANCIS.)

MUMMIA. È noto come intendasi con questa parola indicare un cadavere conservato col diseccamento e con particolari preparazioni. All' articolo IMBALSAMAZIONE si è parlato del modo di preparare queste mummie descrittoci da Erodoto, degli studii fatti da Bonastre, e dei modi di preparazione dei cadaveri suggeriti poi dai moderni, sicchè qui ne basterà soggiugnere pochi cenni intorno a questo argomento.

Grenville ha descritto una mummia da lui esaminata, nella quale trovò cera e resina. Dietro ciò, egli fece l' ipotesi che l' imbalsamazione consistesse nell' impregnare i corpi di cera fusa, e che il termine *mummia* derivasse dalla voce egiziana *mum*, che, secondo lui, significa *cera*. Tottavia si può affermare che, quand' anche la mummia da lui esaminata si fosse conservata realmente a tal modo, quelle moltissime che vennero osservate da altri non si trovano impregnate di cera. Alcuni autori pretesero che si cominciasse dal salare i corpi, e poscia si seccassero al sole od al calore del fuoco. Si scopersero anche talvolta nelle mummie piccoli cristalli di cloruro e di solfato di soda, sotto forma di efflurescenze.

Dopo aver preparate le viscere, introducevansi nelle cavità del corpo resine di odore aggradevole, mesciute con altre sostanze, all' oggetto unicamente di riempierne i vuoti, per esempio, masse di argilla ed altre simili. Si pretende avervi pure trovato dell' asfalto. Le fasce, con cui a molti strati si avvolgevano le mummie, erano ugualmente immerse in materie proprie a preservare il corpo che inviluppavano. George riconobbe che l' acqua ne estraeva del solfato e del carbonato di soda, del cloruro di sodio ed una sostanza vegetale, da lui riguardata come tannino, perchè veniva precipitata abbondantemente da una dissoluzione di gelatina. Secondo lui, potevasi ancora estrarre gelatina dalla carne secca, facendola bollire con l' acqua. L' alcool ne separava un grasso sulido, che probabilmente era grasso di cadavere saponificato. La fibra carnosa era cangiata di natura per modo, che, separatane la gelatina con la cottura nell' acqua, non forniva ammoniaca distillandola; in conseguenza, aveva perduto il suo nitrogeno.

Un metodo più moderno d' imbalsamare i cadaveri umani era appoggiatu alla idea falsa ch' erasi acquistata dell' imbalsamazione egiziana. Dopo averne tolta la pelle, si incidevano le parti carnose, si impregnavano di resine, di suluzioni di balsami naturali e d' olii volatili: poscia, dopo questo noioso lavoro, e pocu conveniente ad ottenere lo scopo prupostosi, si applicava nuovamente e si cuciva la pelle. Si mettevano i visceri in un vaso di piombo saldato, e si riempivano le cavità del corpo con sostanze vegetali preparate con olii volatili.

In alcune circostanze in cui si ricorse a Berzelio per qualche imbalsamazione, prima che si conoscessero gli utili risultamenti dell' iniezione dell'aceto di legno nelle arterie, egli propose un altro metodo meno difficile, che conduce più sicuramente all' oggetto propostosi. Faceva egli aprire le cavità del corpo mortu, e praticare incisioni fra i muscoli sui fianchi e sul dorso; poi lo immergeva in un mastello di legno, sopra sostegni, affinchè non toccasse immediatamente il fondo, e vi si versava

sopra dello spirito di vino che conteneva 75 per cento di alcole, nel quale erasi disciolto del cloruro di mercurio o sublimato corrosivo. La quantità del sublimato era piccola da principio; aumentavasi poscia poco a poco, e si portava giornalmente ad una o due libbre di sale ridotto in polvere fina, che aggiungevasi in proporzione che il corpo morto assorbiva quello disciolto nell' alcole. Dopo tre settimane od un mese, allorchè tutta l' acqua era stata sostituita dalla soluzione alcolica di cloruro, si ritraeva il corpo, e si cucivano le incisioni; potevasi allora vestire il cadavere, poichè si seccava senza putrefarsi, e la pelle conservava il suo color naturale, com' è importante in simile caso, il che non può ottenersi quando si adopera l' aceto di legna. La soluzione di sublimato che rimaneva era però un liquido estremamente pericoloso. Non era distillabile, e poteva cagionare gravi sciagure gettandola. La miglior maniera di prevenire tutti gli accidenti era quella di decomporre il sale di mercurio con la potassa caustica, col rame o con lo zinco, potendosi poscia, secondo le circostanze, distillare il liquore spiritoso, o gettarlo.

La maniera più perfatta d' imbalsamare sarebbe senza dubbio quella di iniettare l' aceto di legna nelle arterie del cadavere, e conservare la pelle, e fors' anco i visceri mercè un bagno preparato con una soluzione alcolica di cloruro di mercurio, come faceva Berzelio.

Non sono molti anni però che Bagnold ha mandato una mano umana ed un pezzo di bue conservati mediante una preparazione fatta con una resina vegetale, che si trova sulle rive del mar Rosso nelle vicinanze della Mecca, ed una mostra di quella resina. Riferiva che durante la sua residenza in qualità di agente politico in quel paese, una conversazione con alcuni Arabi Beduini gli fece sospettare che i principali ingredienti impiegati dagli antichi Egiziani per preparare le loro mummie non fossero altro che una resina vegetale di quel paese, chiamata dagli Arabi *katran*. Essendosene procurata, ed avendo fatti alcuni esperimenti sopra pezzi di carne, ne ebbe un compiuto risultamento, sebbene fosse in Inglio, e vi avesse colà un calore eccessivo. Gli Arabi più istruiti del paese credono che si adoperasse anche una grande quantità di canfora, di mirra, d' aloe e d' inceoso; ma gli sperimenti del Bagnold provano che l' uso di queste sostanze non è indispensabile, e che la resina applicata sola penetra nella carne, e la conserva. Il solo partito che si tragga ora in Arabia da questa resina è per ungere le selle dei cavalli o dei cammelli, per guarire una malattia dei piedi delle pecore, finalmente per preparare le teste dei malfattori da mandarsi nelle provincie lontane dalla capitale. Si raccoglie questa resina da un piccolo albero od arbusto esposto ad un forte grado di caldo, e che si trova in varie parti della Siria e dell' Arabia Felice.

(Berzelio — Bagnold.)

Mummia. Chiamavasi altre volte un composto di diversi ingredienti con cui si riteneva che s' imbalsamassero i cadaveri.

(Alberti.)

Mummia. I pittori diedero questo nome a quella materia bituminosa che si ritrova nell' interno delle mummie egiziane. Si adopera macinata con olio di noce, insieme ad un poca di vernice e di essiccativo, ed è un ottimo colore per velare le pitture ad olio, specialmente negli scuri delle carnagioni. Taluni la vogliono confondere con l' asfalto; ma sembra essere di qualità diversa tanto pel suo colore, che è più caldo, e pel suo odore, che è più aromatico, come pei suoi caratteri esterni affatto diversi.

(Lorenzo Marcucci.)

MUMMIFICARE. Ridurre un corpo organico allo stato di MUMMIA. (V. questa parola ed IMBALSAMAZIONE.)

(OMODEI.)

MUNGERE. Quando le vacche hanno allattato per un mese o sei settimane i loro vitelli, o quando si vogliono far bere questi, si mungono le vacche per fare guadagno col latte. La maniera di mungerle non è indifferente. Spesso pel mal garbo e per la pigrizia delle persone alle quali si affida questa cura, una vacca diminuisce di prodotto, smagrisce, e perde uno o due capezzoli. Però fa duopo mungere con precauzione, evitare di farvi ammaccature, e spremere tutto il latte.

Da principio si lava con acqua la mammella di ciascuna vacca, e massime i capezzoli; quindi si strizzano questi con due dita dall' alto in basso senza toccare la mammella. Siccome le vacche hanno quattro capezzoli, così se ne mungono due per volta dallo stesso lato, si passa agli altri due per ritornare poi ai due primi, continuando così finchè cessa di venir latte.

Nel mentre che si mungono i capezzoli da un lato, si riempiono quelli dall' altro. Finchè nel capezzolo trovasi latte, questo cade a filo nel vaso, o a pioggia secondo la maniera di mungerlo, e talora secondo la perforazióne dei capezzoli. Giunti alla metà dell' operazione, i capezzoli si riseccano, ed allora è bene di inumidirli col latte.

Le vacche si sogliono mungere la mattina e la sera ad ore fisse: si mungono una terza volta nel mezzo della giornata quando abbondano di latte, e ciò accade allorchè hanno partorito da poco. Se sono buone, si continua a mungerle finchè sono al momento di partorire. Tuttavia si hanno riguardi ad una giovenca gravida, anche per la seconda volta, la quale abbia incominciato assai presto a prendere il toro, poichè, continuando a mungerla, s' impedisce che cresca di più.

Quando una vacca ha la mammella troppo sensibile, il che può dipendere da difetto di allevamento, si usano speciali diligenze nel mungerla. Tirando spesso calci dal lato dove si sente mungere, si mungono i capezzoli di un lato, ponendosi dal lato opposto e si cambia di luogo tutte le volte che si cangiano capezzoli. Spesso questa difficoltà non dura che per un certo tempo; ma ove continui e divenga incomoda di troppo, allora s' impastoia con una corda una gamba della vacca, la quale in questa attitudine si lascia mungere.

Per mungere le vacche si adoperano piccoli secchii di quercia o d' abete che si tengono pulitissimi, e che si lavano e si nettano diligentemente tutte le volte che fa di bisogno servirsene.

Munto che sia il latte, si versa in un colatoio di rame, o di legno, per serbarlo quindi nel luogo destinato: conviene pulire diligentemente questo colatoio tutte le volte che se ne ha fatto uso.

Analoghe avvertenze occorrono per mungere le CAPRE e le PECORE, come può vedersi a quella parola.

Un fatto molto interessante a notarsi è l' uso, comune nel Veronese, per eccitare quando si voglia la secrezione del latte nelle capre, benchè sieno vergini, infeconde od abbiano partorito da lungo tempo. Il mezzo usato a tal fine, o per *porre le capre a latte*, come dicono gli abitanti, consiste nello stimolare le mammelle delle capre percuotendole con ortica comune, quindi stirare con forza il capezzolo, come se realmente fossero le mammelle piene di latte. Ripetendo quattro a cinque volte al giorno per una settimana di seguito, questo orticamento e questa pressione, apparisce il latte, e perchè più non manchi in appresso, basta trattare le capre

come al solito. Questo latte è uguale a quello che si ottiene dopo il parto, ne ha tutte le proprietà, ed è parimenti di grato sapore e nutritivo.

(Tessier — Zerlotto.)

MUNGINO. Diconsi que' proprietari che, possedendo piccolo numero di vacche ciascuno, si uniscono in società e mettono in comune il latte di quelle per farne burro e formaggi in una cascina comune.

(Francesco Gera.)

MUNIZIONE. Dicesi la provvisione di commestibili che si fa pei soldati.

(Alberti.)

Munizione *(Pane da)*. Quella specie di pane formato con farina abburattata grossolanamente o non abburattata del tutto, ed anche talvolta mista di varii grani, che si distribuisce ai soldati.

(G.**M.)

MUOVERE. Dicesi che i metalli si muovono allorquando per forza del fuoco cominciano a prendere forma di liquido.

(Giunte veronesi al Voc. della Crusca.)

Muovere. Parlando delle piante, vale mettere getti, pullulare.

(Alberti.)

MURA. Cavo che serve a murare le vele, cioè a tirare e fermare dalla parte della prua e del davanti della nave la bugna o angolo di sopravvento della vela per disporla in modo che la sua superficie inferiore sia colpita dal vento quando è obliquo alla strada che si vuol correre.

(Stratico.)

MURAGLIA, MURATORE, MURO. Dicesi *muro* o *muraglia* qualunque ammasso artefatto di pietre ordinate in modo che ne risulti un solido di figura e dimensioni determinate atto a conservare stabilmente la propria forma, o sia per la forza di qualche materia glutinosa, la quale avviluppi le pietre e le tenga saldamente aderenti l'una dall'altra; sia in forza dell'equilibrio in cui si trova ciascuna pietra per la semplice sua posizione; sia finalmente perchè le pietre si trovino tutte studiosamente disposte in guisa tale che quelle forze per cui tenderebbe ciascuna di esse a spostarsi si impediscano e si elidano nel vicendevole conflitto. Molti sono gli scopi cui servono i muri: il primo, ed è il più importante, quello essendo di formare il recinto e le suddivisioni delle abitazioni dell' uomo e degli animali a lui soggetti; venendo appresso quello di difendere le proprietà dai ladri, ed in alcuni casi dagli animali, e finalmente quello di contenere alcuni oggetti molto sensibili al freddo ed al caldo, e che potrebbero essere danneggiati da quelli.

Dei materiali adoperati nella fabbricazione dei muri, che sono le Pietre, i Mattoni, il Getto, le Calci, la Sabbia, la Pozzolana, il Gesso e le Malte, composte con miscugli di queste ultime sostanze, non occorre qui di parlare, imperocchè di ciascuna trattossi ed in articoli separati ad esse speciali, ed in altri, come quelli Fornaciaio, Fondamenta e simili. Bensì, prima che farci a parlare delle varie fogge di costruzioni dei muri che più comunemente si impiegano, sarà utile far qualche cenno sugli utensili che specialmente vi adoperano i muratori, e dei quali demmo soltanto i nomi all' articolo Muratore del Dizionario. Abbiamo creduto utile dare nella Tav. LI della *Tecnologia* la figura di varii di questi utensili nella scala di circa un ventesimo della naturale loro grandezza.

La fig. 2 rappresenta il *vassoio* per impastare la malta od il gesso, e se ne sogliono fare di due grandezze; l' uno di $0^m,85$ sopra $0^m,55$, misurato alla parte superiore e profondo $0^m,30$, nel quale, per esempio, può impastarsi un piede e mezzo cubico di gesso con due secchii

di acqua, che è la proporzione conveniente quando occorre un gesso liquido e scorrevole, uppure due piedi cubici di gesso con un solo secchio di acqua, allorquando deesi adoperarlo molto denso; l'altro vassoio ha circa $0^m,70$ su $0^m,50$, ed è profondo $0^m,30$, non potendovisi impastare che circa la metà delle quantità sopraindicate.

Uno staccio, fatto per lo più d'un telaio di tavole poste in coltello a guisa di cassa, con fondo di fili di ferro o incrociato. Serve per istacciare la sabbia, il gesso od anche il latte di calce, perchè non vi rimangano sozzure, sassi, pezzi di calce non cotta o simili.

La fig. 3 rappresenta la cazzuola, che è di ferro o meglio di rame, e serve tanto ad impastare la malta come a distenderla.

La fig. 4 mostra un'altra specie di cazzuola dentellata a guisa di sega che si adopera per nettare le commettiture fra le pietre, sia per lasciarle apparenti, sia per introdurvi malta, gesso od altro cemento.

La fig. 5 rappresenta una specie di ascia di ferro, le cui estremità inacciaiate sono l'una tagliente, l'altra piana e squadrata, con un manico di legno; se ne fanno di due grandezze, l'una, il cui ferro è lungo circa $0^m,30$, che serve a fare quei piccoli lavori che può occorrere nella pietra viva per porla in opera, battendola prima con la testa quadra piana, poi con la cima tagliente; l'altra ascia, lunga circa $0^m,25$, serve specialmente per la esecuzione dei lavori di malta o di gesso.

Un martello che è differente dall'ascia soltanto per avere una punta invece del taglio; la lunghezza del ferro è di circa $0^m,50$, e serve agli scavi, forature ed altri lavori che può aver a fare il muratore per costruire o per qualche demolizione.

Altri martelli, uno dei quali a punta da un capo, e quadro dall'altro; uno fatto ad ascia da ambo le cime, ma coi piani di queste ascie ad angolo retto; e picconi per demolimenti o per tagliare le pietre vive o i laterizii e ridurli a concio.

Alcuni *sparvieri* (fig. 6) o tavolette di legno con una impugnatura sul rovescio, e che servono a stendere il gesso o la malta alle superficie che vogliónsi rinzaffare. Avvene principalmente di due grandezze, l'uno di $0^m,45$ su $0^m,35$, e l'altro di $0^m,40$ su $0^m,30$.

Una specie di raschiatoio di ferro (fig. 7), lungo circa $0^m,16$, a due tagli, uno liscio, l'altro addentellato. Serve a dirizzare e spianare gli intonachi, passandovi sopra prima l'orlo a denti, poi l'altro liscio.

Uno scalpello (fig. 8), che è un'altra specie di raschiatoio più piccolo, ad un solo taglio non dentellato, che serve a dirizzare gli angoli saglienti o rientranti, le modanature o simili.

Una pialla (fig. 9) lunga circa $0^m,50$ per isbozzare gli spigoli od altro.

Varie squadre zoppe per misurare l'apertura degli angoli interni od esterni, alcune anche concave o convesse per misurare gli angoli formati da curve.

Un livello di legno (fig. 10) che serve per livellare, per prendere alcune linee a piombo od altro.

Un piombino (fig. 11) che serve a fissare linee verticali per maggiori altezze, mediante la cordicella cui è attaccato, che suole essere lunga da 15 a 20 metri. È questa cordicella infilata in un piccolo quadretto mobile di ottone, il cui lato è alquanto maggiore del massimo diametro del piombino e serve a mantener quello libero e distante dal muro.

I muratori adoperano altresì varii piccoli utensili, come sgorbie, per tagliare o regolare i cordoni di stucco o di gesso; regoli di legno di varie lunghezze e grossezze per dirizzarli; sacome, pure di legno, per lo più guernite di lamierino, per segnare ed ultimare le diverse moda-

matore; granatini per gettare l' acqua necessaria a bagnare le pietre su cui si vuol dare l' intonaco, o questo intonaco stesso per istenderlo in modo più regolare.

Finalmente sono pure più o meno comuni anche ai muratori, secondo il genere di costruzione onde si occupano precipuamente, molti degli utensili degli scalpellini, come martelli a penna dentellata, a bocca, a punte di diamante, cunei, trapani, scalpelli di varie sorta, magli di legno, mazze di ferro, leve di ferro a cima rialzata per ismuovere i massi, e simili, non che civiere, carriuole, panieri od altro pei trasporti dei materiali, e scale, taglie, gru, capre, verricelli pel sollevamento di essi all' altezza cui lavorano, a risparmio delle gravi fatiche e dei pericoli, di salire continuamente le scale con carichi in collo, e camminare con quelli sui ponti. Recentemente Spurgin chiese un privilegio nell'Inghilterra per una macchina destinata a tal uopo a sostituzione dei mezzi usati attualmente, ed è una fune eterna con panieri o casse che portano in alto i materiali. Crediamo però che la maggiore complicazione di quel meccanismo non sia compensata dal vantaggio che aver potesse sugli altri, il quale è pure assai dubbio.

Sono questi i principali utensili del muratore, dei cui lavori parleremo più innanzi relativamente a ciascuna specie particolare di essi.

I muri sono di più sorta, variando e per la qualità dei materiali che vi si adoperano ed anche pel modo come questi si impiegano. Possono in generale ridursi alle varietà seguenti. Muri formacei o di terra, di paglia e malta, di pietrame od a massi affatto rozzi, ad opera incerta o di pietre vive irregolari, cementizii o di ciottoli, di pietre vive lavorate, di pietre artifiziali, di mattoni crudi, di mattoni a secco, di mattoni con malta o gesso, di mattoni e pietre vive, di mattoni a rivestimento, reticolati, di mattoni e legname misti, cementizii, di pezzi di mattoni, finalmente di metallo. Parleremo separatamente di ciascuna di queste sorta di muri più o meno a luogo, secondo che ci parrà meritarlo la importanza di essi, citando sempre quanto altrove se ne fosse detto in questa opera.

Muri formacei. Di questa specie di muri, che possono riguardarsi tra i più semplici ed a più comune portata per la facilità di eseguirli e di trovare dovunque i materiali necessarii alla loro costruzione, abbiamo a sufficienza parlato nell' articolo Pisea del Dizionario (T. X, pag. 114), ed in quello Getto *(Muri di)* in questo Supplemento (T. XI, pag. 145). Ivi demmo la storia di essi, indicammo come si avesse a scegliere la terra per farli, come a formare le casse e a battervi entro quella terra medesima, con quali avvertenze si dovesse regolarsi per le aperture da praticarvi e pegli intonachi con cui ricoprirli; si disse della utilità trovatasi in qualche caso nell' impastare la terra con latte di calce invece che con acqua, e nell' unire a questa terra paglia od altro, facendone anche volte; finalmente, si enumerarono i vantaggi di questi muri, pel riparo che presentano al freddo ed al caldo, e si disse della loro durata e solidità. A quegli articoli pertanto dobbiamo limitarci a rimandare i lettori.

Qui accenneremo soltanto come una modificazione di questi muri l' uso che si fa talvolta delle piote erbose, od anche di zolle di una terra argillosa molto compatta che si riquadra, per farne, senza casse o forme, per semplice sovrapposizione, muraglie non molto estese. Queste costruzioni copronsi poi di stoppie a guisa di tetto, di piote, e talvolta anche semplicemente di terra, dando sempre alla parte superiore una forma angolare, affinchè i

due piani che ne risultano dieno scolo alle acque e impediscano loro di fermarvisi sopra.

Muri di paglia e pali. Per fare questa specie di muri rozzi ed agresti incominciasi dal piantare alcuni pali carbonizzati alla cima, alti quanto il muro che si vuol avere, e collocati molto vicini fra loro. Si incrociano con pertiche di qualsiasi lunghezza, che si fissano orizzontalmente ai pali con legami di paglia, di vimini o d' altro. Preparasi poi una specie di cemento fatto di terra argillosa e vi si tuffano fasci di paglia lunga, di fieno grossolano e talvolta anche di giunchi o di altre simili parti di piante lunghe, molto flessibili e di qualche consistenza. Quando questi fasci di paglia o d' altro sono bene intonacati e penetrati del cemento in cui vennero tuffati prendonsi a manciate, e si intrecciano, quindi passansi nei vani formati dai pali e dalle pertiche fino a che questi vani siano interamente riempiuti. Rinzaffansi poscia le due facce con lo stesso cemento di terra mesciuto con paglia minuta o con fieno tritato. Terminansi questi muri con creste di piote o con piccoli coperti di stoppie. Ordinariamente non sono di molta estensione; ma in alcuni paesi, massime nella Francia, si vedono spesso capanne interamente costruite in tal guisa, le quali, purchè sieno tenute a dovere, durano molto a lungo.

Muri di pietrame. Chiamansi con questo nome quei muri che sono fatti con pietre poste in opera informi e greggie senza il menomo apparecchio; distinguonsi col nome di *scogliere* quando sieno composti di pietre informi d' ingente mole o scogli. Siccome le scogliere adoperansi principalmente per la costruzione dei Fondamenti, così è a quella parola che rimandiamo per quanto riguarda la costruzione di esse ed i loro vantaggi (T. IX di questo Supplemento, pag. 177.)

Venendo ai muri di pietrame, chiamati anche *muri di sassi*, e formati, come dicemmo di pietre affatto greggie ed informi, la più semplice specie di essi, ma altresì la più rozza, è quella che si adopera principalmente per farne muri di cinta negli orti, sovrapponendo a secco, cioè, senza cemento di sorte alcuna, pietre di ogni sorta quali trovansi sul luogo e talvolta raccolte dall' agricoltore sul campo stesso che si vuol chiudere. Questi muri, coperti di una buona cresta e rinzaffati su ciascuna faccia, sono poco costosi e durano a lungo. Talvolta non si rinzaffano neppure, nè vi si fa altra coperta che una cresta senza cemento le cui pietre tuttavia sono disposte con maggior cura nei due o tre ultimi strati, affinchè i venti abbiano meno presa. Finalmente talvolta copronsi semplicemente con musco o con piote. Se si hanno solo pietre piatte e larghe si fanno muri non molto alti, copronsi di piote e vi si piantano rovi o spini che vi riescono bene, aggiungono solidità ai muri, e rendono la chiusura più difficile a superarsi.

Allorchè per altro vogliansi muri di pietrame di qualche altezza, e dotati di una certa solidità, giova legare le pietre insieme mediante un cemento opportuno. Il lavoro di questa specie di muri non richiede grandi avvertenze: è da osservarsi non comportare questa sorta di struttura una disposizione a corsi regolari, attesa la disugnaglianza della forma e della grandezza de' sassi. Importa tuttavia che il muramento si venga innalzando uniformemente a strati orizzontali, affinchè i sassi in ciascuno strato possano essere studiosamente aggiustati, talmente che compongano un sistema stretto e concatenato per la più acconcia combinazione delle varie loro forme e dimensioni, e acciocchè l' assettamento in tutte le parti sia gradatamente contemporaneo ed

uniforme. Prima di por mano alla costruzione di uno strato di muratura deesi nettare, se bisogna, la sommità dello strato inferiore dalla terra o da qualunque altra materia che vi si fosse raccolta: e quindi, dopo d'averla innaffiata d'acqua, vi si stende un suolo di malta, che forma il letto del nuovo strato da costruirsi. Si nettano i sassi, e s'inzuppano nell'acqua, affinchè non abbiano ad assorbirne in opera di quella che è contenuta nella malta, poichè questa, inaridendo intempestivamente, non fa così buona presa in sè e con le pietre come quando si asciuga e si assolida lentamente, per la semplice evaporazione, o per qualche chimica mutazione di stato dell'acqua e per qualche nuova combinazione de' suoi principii costitutivi con le sostanze di cui è formato l'impasto. I sassi bagnati si dispongono accuratamente gli uni presso agli altri, riempiendo i vani, prodotti dalle loro irregolarità, di minute scaglie e di copiosa malta, e battendoli ad uno ad uno con la martellina, sicchè giungano a porsi nel più solido assetto.

Le pietre calcaree stratiformi si prestano ad una disposizione meno irregolare e che più si accosta a quella dei muri di pietra squadrata ed a quella de' muri di mattoni. I tufi vulcanici, le pietre molari ed altre d'altra specie, somministrano del pietrame inguale ed affatto irregolare; ma offrono in compenso una maggiore attitudine ad incorporarsi con le malte, e quindi se ne possono formare muri d'ottima consistenza e di lunga durata. Tali sono, per esempio, gli eccellenti tufi che si cavano al monte Aventino, a Monteverde, al ponte Nomentano ed in altri punti delle adiacenze di Roma e delle province di Viterbo, di Civitavecchia e di Frosinone. Tale è pure la così detta pietra *sponga* di Terni, di Tivoli e di altri paesi, pregevole del resto per la singolare sua leggerezza, non disgiunta da un giusto grado di resistenza.

Muri d'opera incerta. Indicansi con questo nome quei muri che si costruiscono con pietre lasciate delle forme irregolari con cui escono dalla cava, corretta semplicemente col taglio quanto basta per ridurle a modo che nella struttura ciascuna pietra possa trovarsi chiusa e combaciare da ogni parte con le altre che la circondano, disponendone studiosamente le facce appianate a modo che le individuali forme di ciascun masso corrispondano a quelle dei massi che lo circondano, così che niun vano o interrompimento rimanga nella struttura e segnatamente nelle fronti dei muri. L'origine di questa specie di muratura risale alla più alta antichità, e se ne attribuisce la origine agli Etruschi, sembrando essere una imitazione di alcune cave dove le pietre si trovano naturalmente disposte in tale maniera, come è in quella che vedesi presso il lago di Bulsena, e l'antica città di Volsinium, capitale del paese dei Volsci, dove tenevansi le assemblee generali dei dodici popoli dell'Etruria nel tempio della dea Volturnia. I monumenti della più remota antichità della Grecia e del Lazio offrono singolarissimi esempii di muraglie d'opera incerta, formate di smisurati massi mirabilmente disposti senza alcun vestigio di malta. Tali sono le famose muraglie *ciclopiche*, così chiamate, o per denotare l'epoca antichissima della loro costruzione, o per alludere alla lucerna portata in capo dai minatori dai quali dicesi che i Pelasgi facessero costruire siffatte opere, o per qualunque altra ragione, secondo le vaghe congetture de' sapienti archeologi.

Sarà grato agli studiosi d'osservare nella fig. 1 della Tav. XXII delle *Arti del calcolo* un bel modello di struttura ciclopica, tuttora esistente negli avanzi dei muri dell'antica cittadella posta sulla som-

mità del monte Circeo. Il pezzo di muraglia, di cui si esibisca il disegno comprende l' unica porta A che dava ingresso alla cittadella, il cui architrave B, lungo più di due metri, largo $1^m,20$ e grosso $0^m,70$ circa, giace ora rovesciato sul terreno. Il masso C, più grande di tutti gli altri, ha una lunghezza poco minore di tre metri. A destra in X mostrasi la sezione verticale del muro, presa sulla linea E F, e a sinistra in Z la sezione fatta attraverso il vano della porta sulla linea M N.

Le pietruzze ed i tufi dei contorni di Roma erano più propri per la loro irregolarità a formare questi muri di opera incerta, l' uso dei quali mantennesi fino al regno degli imperatori. Le più antiche rovine di Roma e dei contorni, come il tempio di Vesta, la Villa di Mecenate, gli avanzi della casa di Quintilio Varo a Tivoli e il tempio della Fortuna a Preneste, sono costruiti in questa maniera, e trovansi pure muri di questa fatta a Terracina, a Fondi, a Pozzuolo, a Pompeia ed in molti altri luoghi.

Gli angoli e le estremità dei muri ad opera incerta hanno bisogno di essere consolidati da pezzi di muro ordinario fatti con mattoni o meglio con pietre vive, disposti a file di corsie orizzontali. Del resto tutta l' arte della costruzione de' muri d' opera incerta consiste nel combinare avvedutamente le pietre a norma della più esatta corrispondenza scambievole delle loro facce, a fine di conseguire quella continuità e quel legame che sono l' essenziale condizione della stabilità e della perfezione di tali muri. Afferma il Palladio che gli antichi edoperavano a tale effetto una specie di squadra di piombo, che poteva allargarsi e restringersi secondo il bisogno, per mezzo della quale diveniva facile di confrontare gli angoli e i lati de' vari massi, a fine di poterli disporre nell' ordine più confacente alla condizione poco anzi espresso. Nell'architettura moderna la struttura d' opera incerta è andata interamente in disuso.

A questa classe di muratura appartiene quella struttura che è denominata dai Francesi *maçonnerie de liboges*, vale a dire *muramento di massi*, la quale si usa nei fondamenti degli edifizii idraulici. I massi di questa sorta di costruzioni non si sottomettono ad un taglio regolare, ma si riducono solo grossolanamente alla forma di parallelopipedi, riduzione che per lo più suole eseguirsi nelle cave. Si dispongono questi massi orizzontalmente gli uni sugli altri in guisa che le commessure verticali riescano alternate più che sia possibile, e si murano con molta copia di malta, affinchè questa riempia tutti gli smussi delle pietre e le tenga unite. Si battono poi di mano in mano con pesanti magli, affinchè in opera prendano l' assetto conveniente sul letto della malta, e si stringano gli uni agli altri per quanto lo consente l' irregolarità della loro forma.

Muro cementizio. Si chiama in tal guisa quel muro che è formato di minute scaglie o frammenti di pietra od anche di ciotoli impastati insieme con malta od altro cemento, e questa foggia di costruzione è assai comune fra noi nei paesi vicini a grandi fiumi o torrenti, dove questi ciotoli trovansi abbondantissimi. Costruisconsi in modo analogo a quello indicato pei muri formacei, facendo un impasto dei ciotoli con malta di sabbia e calce, giovando molto che questa ultima sia preparata coi ciotoli stessi, e gettando la specie di getto che ne risulta in casse o forme di tavola. Talora invece dispongonsi i ciotoli a strati sopra altrettanti letti di malta di buona qualità. Dando e questi muri la necessaria grossezza, e massime legandoli alle testate, e negli angoli con pezzi di muro di pietra viva o di mattoni, riescono solidissimi e guarentiscono per

eccellenza le case dalle esterne impressioni del freddo e del caldo.

Di raro o non mai si fanno muri di semplice struttura cementizia con iscaglie di pietra o rottami di mattoni; adoperandosi piuttosto questi materiali a formare il nucleo di qualche muraglia di opera mista, le cui fronti o rivestimenti sieno formate di struttura laterizia, ovvero di pietre squadrate o lavorate in altra guisa, come fra poco vedremo. Finchè questa minuta composiziona è recente potrebbe temersi che venisse facilmente a sciogliersi per qualsivoglia leggera causa, se non fusse sostenuta da ritegni: sebbene invecchiandosi, quando in origine sia stata ben furmata, con malta delle più astringenti, valga ad acquistare un' indissolubilità tale da non cederla a quella de' più solidi conglomerati lapidei formati dalla natura, siecome lo veggiamo negli avanzi de' muri di molti antichi edifizii. Nell'opera cementizia si adoperano indistintamente piccoli frantumi di pietre naturali e laterizie. Ma affinchè questi si uniscano con quella tenacità che si ammira nelle antiche costruzioni di questo genere, è duopo metterli in opera con buona e copiosa malta, eseguire il lavoro a strati orizzontali dell' altezza di circa $0^m,15$ e battere ogni strato con mazzeranghe, il che contribuisce a costipare il miscuglio, e nello stesso tempo ad accrescere non mediocremente la resistenza della malta allo schiacciamento; ma giova sopra tutto ad esaurire, per dir così, la condensabilità della malta nell'atto della costruzione, e a togliere quindi il pericolo che il nucleo del muramento, posteriormente ristringendosi ed abbassandosi, si disunisca dai rivestimenti, costruiti, come abbiamo detto, d' opera regolare. Questi rivestimenti debbono essere gradatamente innalzati dietro al progresso della costruzione del nucleo. Quando potesse temersi che per la spinta del nucleo interno, finchè è fresco e tende a dilatarsi orizzontalmente, specialmente sotto i colpi della mazzeranga, i rivestimenti stessi avessero a far qualche mossa, converrebbe rinfiancarli provvisionalmente con tavolati esteriori, sostenuti da legni verticali, a foggia di costole, ed anche, se occorresse, da puntelli inclinati, finchè, assodatasi la riempitura, fosse svanita la causa del temuto sconcerto.

Muri di pietra concia o pietra da taglio. Si fa questa struttura con pietre naturali tagliate regolarmente, e ridotte alle figure parallelopipeda, rettangolare, ovvero cuneiforme, secondo le regole della Stereotomia. (V. questa parola) corrispondentemente alle forme geometriche del muro da costruirsi.

Le cose relative a questa specie di muri che importa di considerare sono: 1.° l' apparecchio ossia il taglio delle pietre; 2.° la disposizione delle pietre conce nella composizione delle masse murali; 3.° l' effettiva costruzione; 4.° i mezzi opportuni di collegare le pietre indipendentemente dalla virtù congiuntiva delle malte. Ci fermeremo ora a prendere distintamente in esame questi varii articoli, particolarmente per quanto appartiene ai muri comuni, i quali per la loro forma si tengono da sè in equilibrio sopra una base orizzontale, e sono terminati all' intorno da facce piane verticali o inclinate a scarpa verso il centro di gravità del solido murale, riserbando all' articolo Volta quelle più speciali considerazioni che concernono quei muri, i quali non possono sussistere senza il contrasto de' muri laterali, cui solo insistono le loro estremità, essendo affatto abbandonato o sospeso tutto il tratto intermedio.

La determinazione dei tagli da eseguirsi sulle masse di pietra o di legno sotto stabilita condizioni geometriche e meccaniche, a norma delle varie occorrenze del-

l'arte di fabbricare, costituisce l'oggetto della Stereotomia e formerà soggetto di un articolo a parte. Il taglio materiale delle pietre, dietro i segni fattivi con le regole stereotomiche, si eseguisce con la sega de' tagliapietra, dividendo un masso in due o più parti adattate a diversi usi, ovvero levando in iscaglie le parti superflue di ciascuna pietra, per ridurla alla forma e alle dimensioni occorrenti. Quelle facce delle pietre che devono comparire alle superficie dei muri vogliono essere ridotte a pelle piana, a meno che non si tratti di qualche edificio a cui si convenga, pel suo carattere, un esteriore semplice e grave, nel qual caso non di rado le facce esterne delle pietre si lasciano rozze. Ma le facce interne, quelle cioè in cui le pietre devono essere poste a contatto l'una dell'altra, acciocchè la struttura possa acquistare la maggior perfezione e stabilità, è duopo che sieno, non solo ridotte a pelle piana, ma squisitamente appianate con una diligenza scrupolosa, siccome appunto si scorge nell'anfiteatro Flavio ed in altri classici monumenti essere stato praticato dagli antichi. Questi costumavano anzi di non appianare preventivamente se non che le facce interne delle pietre, e l'esterne erano poi dagli artefici ripolite quando la costruzione de' muri era compita, per evitare il pericolo che i cigli ridotti a perfezione non si scheggiassero nel maneggiare le pietre per metterle in opera. In questa guisa le commessure divenivano pressochè impercettibili, e l'opera sembrava formata quasi tutta di getto.

Nella struttura de' muri comuni di pietre da taglio, queste, come già si è avvertito, sono ridotte generalmente alla forma di parallelopipedi rettangolari. Nella disposizione delle pietre dee principalmente aversi per iscopo d'ottenere un sistema in cui le parti componenti sieno così combinate e concatenate che si tengano a freno le une con le altre in guisa che la mole riesca quasi indissolubile. La disposizione dee quindi necessariamente essere regolata a norma della dimensioni de' massi lavorati che diconsi *conci* e della grossezza del muro. In generale la prima regola da osservarsi è che le commessure verticali sieno alternate, vale a dire che il piano verticale, in cui due conci si combaciano, non abbia mai a collimare col combaciamento verticale di due altre pietre che giacciano immediatamente sotto o sopra alle prime. Deesi altresì procurare che i conci sienò sempre posti a giacere sulla più ampia delle loro facce. E quando si tratta di pietre per natura stratiformi, importa anche di osservare che i conci vengano collocati in opera in una positura corrispondente a quella della naturale stratificazione della pietra.

La struttura in pietra da taglio si può distinguere in regolare ed irregolare. La prima consiste in una serie d'ordini di pietre a parallelopipedi sovrapposti orizzontalmente gli uni agli altri, tutti d'una medesima altezza, ovvero d'altezze diverse; purchè però sieno egualmente alti i conci componenti uno stesso ordine. In arte gli ordini orizzontali delle pietre che si succedono gli uni sugli altri nella struttura d'un muro diconsi *corsi* ed anche *filari*. La struttura irregolare è quella in cui i parallelopipedi non sono ordinati per corsi regolari, ma, avendo altezze molto variate, si dispongono combinando le loro dimensioni nel modo più consentaneo alle norme generali, poco anzi inculcate.

La grandezza dei conci destinati alle costruzioni dipende dalla qualità della pietra e dal modo di cavarla. Per una struttura perfettamente regolare sarebbe duopo che le pietre fossero ridotte ad uguali dimensioni, vale a dire a paralellopipedi

tutti uguali fra loro. Ma questa riduzione molte volte esigerebbe un lavoro ed una spesa eccedente, e potrebbe produrre anche uno spreco strabocchevole di materia. Per lo che conviene non di rado accomodarsi ad una struttura meno regolare, la quale comporti l'impiego di pietre di varia grandezza. Nell'apparecchio di queste vuolsi avvertire però che non divengano di sproporzionata lunghezza, e quindi malagevoli a muoversi e soggette a spezzarsi per qualche scossa nelle varie manovre che occorrono per collocarle in opera. La proporzione delle dimensioni che si adatta alla maggior regolarità della disposizione è quella in cui la lunghezza di ciascun parallelopipedo è doppia della larghezza, e questa uguale all'altezza. Pei casi d'una struttura meno regolare od irregolare si prescrive dai pratici che quando la pietra è di mediocre durezza la lunghezza dei conci abbia ad essere non più che tripla, e la larghezza non più che doppia dell'altezza, e che per le pietre più dure, ove l'altezza de' massi sia maggiore di o^{m},32, la lunghezza debba farsi al più quintupla, e la larghezza doppia o al più tripla dell'altezza. Ma queste non sono regole d'un assoluto rigore, e basta che vengano osservate con una discreta approssimazione. In ogni modo però la lunghezza dei conci non dee mai oltrepassare il sestuplo dell'altezza, fuorchè nelle lastre così dette di *coronamento*, come quelle che ricoprono i muri di parapetti, per le quali è permesso di deviare da questa regola, sempre che le lastre medesime sieno larghe quanto basta per coprire tutta la grossezza del muro.

Esamineremo ora in breve le varie maniere con cui possono essere disposti i massi quadrati nei muri di pietra da taglio di regolare struttura.

Vedesi nella fig. 2 della Tav. XXII delle *Arti del calcolo* una disposizione, alla quale i Greci davano il nome *d'isodomo*, in cui i conci, essendo tutti perfettamente uguali, formano corsi, tutti della stessa altezza, ed ove la direzione di qualunque commessura verticale di due pietre d'uno stesso corso divide per metà una pietra dell'adiacente corso superiore o inferiore. Questa semplicissima e regolarissima disposizione è per altro confacente al solo caso in cui le pietre abbiano larghezza perfettamente uguale alla grossezza del muro, sicchè questo possa essere composto d'un solo ordine verticale, o, come dicesi praticamente, d'una sola *testa* di conci.

La fig. 3 mostra la disposizione delle pietre di un muro di grossezza uguale alla lunghezza e doppia della larghezza di ciascuno dei conci, tutti perfettamente uguali fra loro. I corsi sono tutti d'una stessa altezza, e le pietre di uno stesso corso presentano alternativamente all'esterno una faccia quadrata, ed una rettangolare lunga il doppio, ossia una testa ed un fianco. Quelle che mostrano il fianco diconsi collocate *in grossezza*, e di quelle che presentano la testa si suol dire che sono poste *in chiave*.

La disposizione rappresentata nella figura 4 non differisce dalla precedente, se non perchè le pietre sono poste alternativamente tutte in grossezza in un corso, e tutte in chiave nel corso attiguo, superiore ed inferiore. Questa disposizione è quella che si osserva nelle grandi costruzioni del tabulario antico alle falde del monte Capitolino, sotto i fianchi e sotto la parte posteriore del presente palazzo senatorio.

4.° Nella fig. 5 si osserva un'altra disposizione in cui i paralellopipedi sono di due diverse grandezze. I più grossi hanno una larghezza uguale alla metà della grossezza del muro, e la lunghezza doppia della larghezza; i più piccoli hanno cia-

scuna dimensione uguale a due terzi della dimensione corrispondente delle pietre più grandi, in modo che la larghezza di una pietra minore è uguale alla terza parte della grossezza del muro. I corsi sono alternativamente composti uno di pietre maggiori, ed uno di pietre minori. La diversa grossezza delle pietre produce in questo sistema il necessario concatenamento, quantunque niuna delle pietre sia collocata in chiave. Di tale disposizione, che i Greci chiamarono *pseudoisodomo*, si offre un bell' esempio in Roma nella facciata del palazzo già Cafarelli a S. Andrea della Valle, opera dell' immortale Raffaello d' Urbino.

5.° Finalmente nella fig. 6 si mostra una disposizione imperfettamente regolare, quella, cioè, in cui l'altezza delle pietre è uniforme in uno stesso corso, ma i varii corsi sono diversamente alti l' uno dell' altro. La sezione verticale e trasversale del muro, delineata accanto e sotto al disegno del prospetto esteriore, danno a vedere qualche vacuo interno, provegnente dalle irregolari o disuguali larghezze delle pietre; difetto che si corregge colmando quel vuoto con iscaglie di pietra murate in malta ordinaria.

Un saggio della disposizione de' conci in un muro di pietra squadrata di struttura irregolare può vedersi nella fig. 7. Non mancano esempii in Roma, negli antichi e nei moderni edificii, di consimili irregolari disposizioni, adottate unicamente per evitare la dispendiosa operazione di ridurre i massi di travertino ad altezze uguali, poichè gli strati naturali di questa pietra sono di grossezze assai varie, mentre per altra parte la pietra stessa assume col tempo una patina così uniforme che rende quasi indiscernibile le separazioni dei massi, ed ogni irregolarità della struttura.

Per la costruzione effettiva de' muri in pietra da taglio, supposto che le pietre sieno tagliate con la più scrupolosa precisione, nel che consisteva lo studio principale degli antichi, non altro occorre che di collocarle diligentemente in opera con ordine e con disposizione convenienti, a norma delle dimensioni de' conci e della grossezza e figura del muro, a termini di quanto abbiamo fin qui avvertito. Gli antichi, esattissimi nel taglio e nella collocazione de' conci, senza fare alcun uso di malta, innalzarono superbe moli in pietra da taglio, que' miseri avanzi delle quali che scamparono dagl' incendii, dal furor militare, dal fanatismo e dalla rapacità, mostrano, dopo tanti secoli, tuttora oggidì l' originaria loro robustezza e perfezione. Delle costruzioni moderne in pietra da taglio le più perfette sono quelle fatte col metodo degli antichi. Ordinariamente per altro i moderni costruttori non curano così rigorosamente come gli antichi lo scrupoloso apparecchio della pietra, e, per supplire all' imperfezione del taglio, costumano, poi di murare i conci con malta: il qual metodo è più economico, e può anche produrre una discreta stabilità, purchè s' impieghi malta fina, di buona presa, e si abbia cura che non resti alcun vano fra pietra e pietra, e che lo strato della malta nelle commettiture orizzontali sia di grossezza uniforme, affinchè sia pure uniforme il suo ristringimento, nell' asciugarsi sotto al peso delle pietre.

Esporremo adunque in breve il modo di procedere regolarmente nella costruzione de' muri in pietra da taglio con questo moderno metodo, designato dai costruttori francesi sotto la denominazione di metodo a *bagno di malta*. Tutto si riduce a dire con quali preparazioni e con quali avvertenze debba ciascun concio essere collocato in opera. Importa prima di tutto che il concio venga posto e gia-

cere sopra una base piana ed orizzontale; per lo che la prima operazione da farsi è quella di spianare a livello le facce superiori delle pietre che compongono l' ultimo filare che si suppone già costruito, sul quale il nuovo corso di pietre dee essere immediatamente appoggiato. La perfetta riduzione di questo piano, che dee servire di letto al nuovo concio, si riconosce per mezzo d' uno archipenzolo, o d' un livello a bolla d' aria. Ciò fatto si pone in prova il concio, vale a dire si colloca a posticcio nel posto assegnatogli, e si esplora, mediante il piombino, la squadra e l' archipenzolo, o il livello a bolla d' aria, se le sue facce sieno spianate a perfezione per venire esattamente a contatto di quelle dei conci adiacenti, a fine di correggere quei difetti dell'apparecchio che in questa accurata esplorazione si venissero a discoprire; nè si procederà al collocamento stabile del concio prima che ne sia emendata ogni imperfezione. Allorchè poi si sarà riconosciuto in prova che il concio è apparecchiato come si conviene, si toglierà dal posto, e quindi si netterà e si bagnerà il piano sul quale dee essere posto, e vi si stenderà uno strato, alto $0^m,18$ circa, di malta composta di calcina e di finissimo coccio pesto, ovvero di polvere di marmo. Si copriranno pure d' un leggero strato della stessa malta le facce verticali de' conci vicini, con cui quelle del nuovo concio dovranno quadrare e dipoi si rimetterà in opera il concio e si accomoderà nella giusta positura, con la scorta del regolo, della squadra e dell' archipenzolo, battendolo con un mazzuolo di legno, finchè tutta la malta superflua sia stata rigettata dalle commessure. Così uno dopo l' altro si pongono in opera i conci, e si viene di mano in mano avanzando nell' effettiva costruzione del muro. Quando questa è compita altro non rimane che perfezionarne le fronti, radendu quelle parti esterne de' conci che per la esatta collocazione di essi si fossero dovute lasciare sporgenti dalla superficie diritta o inclinata del muro, levando dalle commessure quanto più addentro si può la malta impiegata nella costruzione, e stuccandole con altra malta fina ben internata, applicata a strati, e stropicciata con un lisciatoio di ferro più e più volte, finchè abbia acquistato tutta la possibile durezza.

Declamano giustamente gli scrittori francesi contro il pessimo stile dei triviali costruttori di Parigi, i quali mettono in opera i conci mal tagliati, senza correggerne i difetti, ponendovi sotto biette di legno grosse più o meno, così che le facce esteriori, ossia i frontali delle pietre, che volgarmente chiamansi *paramenti*, si trovino esattamente nel piano della fronte del muro, ad onta delle irregolarità dell'apparecchio. Affinchè poi il collocamento in opera divenga più spedito, e le commessure compariscano strette all' esterno, sogliono scarnare sotto i conci, lasciando intatta una sola striscia della larghezza di circa 27 millimetri, lungo il ciglio frontale; in guisa che al di là di questo lembo, nell' interno della costruzione, le commettiture orizzontali hanno sovente una altezza di presso a tre centimetri. Queste commessure vengono riempite d' una malta liquida di gesso, o di calcina, che vi si introduce mediante una stecca di ferro, e vi si trattiene finchè è molle con un' inzeppatura di stoppa o di filacciche, la quale si toglie tosto che la malta ha preso corpo. Nasce da questo cattivo metodo che quando la malta si è costipata i conci non da altro sono sostenuti che dalle biette sottoposte, sicchè posano quasi del tutto in falso, il che bene spesso è cagione che si spacchino alla metà della loro lunghezza, ovvero, ciò che è peggio, si aprano paralellamente alla faccia frontale. I

gravi patimenti dei piloni della grande cupola del tempio di Santa Genneffa, che misero in forse la sussistenza d'uno fra i più insigni monumenti della metropoli della Francia, e per cui divenne indispensabile la totale rinnovazione de' piloni medesimi, non ad altro si dovette attribuire che ai moltiplici sconci derivati dall'esposto riprovatissimo metodo di costruzione. Questo per altro è colà pure da lungo tempo proscritto ne' pubblici lavori di ponti e strade, in cui non sono ammesse che le più sane pratiche dell'arte: per tal motivo si ammira la solidità e la perfezione di tanti ponti e di tante altre grandi opere pubbliche di vario genere, di pietra da taglio, eseguitesi in ogni parte di quella vasta e floridissima monarchia.

Per la maggiore stabilità delle grandi costruzioni di pietra da taglio, sieno a secco, sieno a bagno di malta, giova che i conci sieno artifiziosamente collegati in guisa che l'uno non possa disgiungersi dagli altri se non ruina l'intera mole del muro. Due sono le maniere d'allacciare insieme i conci, cioè coi perni di metallo, e con le incassature scambievoli ed all'articolo Legamento (T. XVII di questo Supplemento, pag. 127) diemmo alcuni esempi ed avvertenze intorno al modo di eseguire queste allacciature.

Muri di pietre artifiziali. Sotto questo nome intendiamo comprendere quei muri fatti con artifiziose imitazioni della pietra viva o dei marmi, escludendo i mattoni, dei quali separatamente in appresso abbiamo a tenere parola. Dovendo rimandare parimenti agli articoli Marmo e Pietre *artifiziali* per quanto riguarda il modo di comporre queste sostanze, e facendosi queste entro forme o stampi regolari, il loro collocamento in opera non differisce per nulla da quello di pietra da taglio o di pietra concia onde qui addietro parlossi. Per siffatto modo nulla ci resterebbe a dire su questi muri se non avessimo a supplire ad una mancanza fattasi agli articoli Fondamento e Getto tanto del Dizionario che di questo Supplemento, nei quali solamente accennossi l'uso che di questa sostanza può farsi per istabilire sotto acqua le fondamenta, cosa d'importanza grandissima e per la somma economia che presenta quasi sempre, e perchè applicabile in alcuni casi dove difficilmente si potrebbe ricorrere ad altro mezzo. Alcuni esempi che citeremo dell'uso del getto per tal fine mostreranno meglio quanto ne sia grande la utilità.

A Roanno avevansi a stabilire le pile di un ponte di pietra in un tal punto della Senna ove la profondità dell'acqua era di 7 metri durante la bassa marea, e giugneva fino a 15 metri al tempo dell'alta marea, essendo il fondo cattivo e di nessuna resistenza. In tali circostanze era impossibile neppur pensare di ridurre il letto all'asciutto con ture e trombe, e riusciva pure impraticabile l'uso dei cassoni in tanti casi utilissimo, come si è veduto all'articolo Fondamenta. In una parola tutti i mezzi adoperati ordinariamente non valevano a vincere le difficoltà che presentavano le fondazioni di questo ponte. Convenne pertanto ricorrere a nuovi mezzi, e s'impiegarono i seguenti che riuscirono perfettamente. Incominciossi dal piantare pali di grande lunghezza fra i quali colossi del getto, quindi batteronsi intorno a questi primi altri pali più corti in guisa da formarvi un recinto continuo che venne parimenti riempiuto di getto per mantenere e difendere il primo massiccio; finalmente all'intorno gettaronsi pezzi di rocce o pietrame per maggiormente consolidare tutta l'opera. Tagliaronsi quindi i pali due metri soltanto al di sotto dell'acqua, sicchè poterono ricevere un cassone col mezzo del quale innalzaronsi come al solito i pilastri di ponte.

Le navi da guerra abbisognano spesso di essere esaminate e riattate all' esterno e queste operazioni si fanno in piccoli bacini, nei quali introducesi la nave per poscia levare l' acqua che contengono col mezzo di trombe, e porre a secco il bastimento. Ora un vascello di linea pesca 7,50; la distanza che dee rimanere libera fra il di sotto della sua chiglia ed il fondo del bacino è di circa $1^m,20$; la grossezza dello zatterone al fondo del bacino è per lo meno di 3 metri; cosicchè la fondazione di uno di questi bacini o cantieri di riattamento dee farsi circa 12 metri al di sotto del livello dell' acqua. Altre volte la esecuzione di un lavoro di tal fatta presentava difficoltà gravissime, ed anzi in alcuni casi pressochè insuperabili. L' uso del getto ne rese molto più facile la costruzione. Senza entrare nei minuti particolari del lavoro, diremo semplicemente che si cola un vasto bacino di getto il cui vuotamento ed asciugamento di raro presenta gravi difficoltà, e nel quale si costruiscono poi come si farebbe sopra un suolo qualunque lo zatterone, i puntelli ed altro che occorra per ricevere e sostenere la nave. Bernard fu il primo ad applicare questa pratica nel porto di Tolone e Noël ha compinto nello stesso porto un bacino della maggiore dimensione senza che avvenisse verun accidente in questo bel lavoro, diretto del resto con molta abilità. Citeremo altresì un bacino di tal fatta eseguito con buon esito ad Alessandria da Mongel nelle circostanze più difficili. Il primo bacino di riattamento eseguitosi a Tolone, in un tempo in cui il denaro aveva doppio valore che non ne abbia attualmente, costò 2,050,000 di franchi; invece il bacino di Bernard ne costò soltanto 1,800,000 e quello di Noël, benchè molto più grande dovendo ricevere navi a vapore di 600 cavalli, costerà ancora meno. Questi confronti bastano a mostrare la importanza dell' uso del getto nelle fondamenta.

Senza moltiplicare maggiormente questi esempi di grandi lavori, è da osservarsi come l' uso del getto posa recare grandi economie altresì nello stabilimento dei più modesti edifizii. Nei pubblici lavori in Francia riconobbesi la verità di questo fatto, e i più piccoli acquidotti delle strade vi si fondano sopra strati di getto che dopo un certo tempo formano pietre di un solo pezzo su cui si fondano i lavori come sopra una roccia naturale. Sfortunatamente questo genere di costruzione non è ancora abbastanza famiIiare ai privati: i più piccoli bacini per mulini, gli scaricatori potrebbero farsi con semplicità ed economia col mezzo di fondamenta di getto, nè si può abbastanza eccitare ad usarlo con fiducia in tutte le costruzioni idrauliche e nelle fondazioni esposte alla umidità.

Lo scolo del getto sotto acqua è però una operazione delicata che ha grandissima influenza sulla riuscita dei lavori, mentre il getto meglio composto non darebbe assolutamente alcun utile risultamento se non venisse colato a dovere. Indicheremo pertanto accuratamente le precauzioni da aversi in questo lavoro.

Due sono i metodi principali per colare il getto, vale a dire quello con la tramoggia e quello con casse o cucchiaie. Le tramoggie sono una specie di grandi tubi di legno o di metallo terminati con imbuti alla parte superiore e sostenuti da battelli o da impalcature. Vi si versa il getto che va a spargersi sul fondo; e si fa scorrere la tramoggia su tutti i punti ove si vuole stabilire il piano di getto. Succede però in generale che il getto si accumula al basso delle tramoggie e ne esce poi con violenza quando subisce una pressione considerevole per l' aggiunta di nuovo getto. In tal guisa essendo animato di

grande velocità all' atto in cui esce dalla tramoggia, l'acqua lo stempera, le pietre cadono le prime ed il cemento viene portato via in gran parte. Questo metodo adunque è assai difettoso e tale da non doversi impiegare che con grandi cautele e solo quando vi si è costretti da circostanze particolari.

Lo scolo col mezzo di casse riesce assai meglio che quello con la tramoggia, ed è il metodo che oggidì viene ordinariamente seguito. La forma delle casse che vi si impiegano variano di molto. Nei porti di mare dove gli utensili si fanno senza risparmio, perciò che appartengono all' amministrazione e possono servire per lungo tempo, vi si adoperano generalmente casse di lamierino o di legno guernite di ferramenta e che hanno la forma semi-cilindrica, come si vede nella fig. 8 della Tav. XXII delle *Arti del calcolo*. Ciascuna cassa è composta di due parti A B che possono girare intorno all' asse orizzontale *c* del cilindro, in maniera da aprirsi quando vuolsi deporre il getto contenuto nella cassa. Questo apparato è sospeso mediante una corda *b* fissata all' asse onde abbiamo parlato, e che ravvolgesi sopra un verricello *d* fissato con due barche o sopra una impalcatura stabile. Riempiesi la cassa di getto, poi se la cala al fondo dell' acqua girando lentamente il verricello *d*, e quando è giunta al luogo opportuno apresi l' uncino e, che riunisce le due parti della cassa tirando una funicella *a*; quindi si fa agire il verricello sopra una corda *f* attaccata agli angoli della cassa e che la obbliga ad aprirsi, come si vede nella fig. 9: in tal guisa deponesi il getto là dove occorre senza scosse, e quanto meno stemperato è possibile. Rialzasi allora la cassa, chiudesi di nuovo l' uncino *e*, e si ripete da capo la operazione che abbiamo descritto. Quando il verricello è portato da barche si fanno avanzare queste successivamente per condurla sui varii punti della superficie che si dee coprire di getto; quando invece è sopra un palco stabile lo si colloca sopra un carretto che può camminare nel senso che occorre, variandosi del resto questa ultima disposizione secondo gli speciali bisogni.

Le casse onde abbiamo parlato costano tuttavia molto care, e per la loro esecuzione si richiedono esperti operai. Quando si è incaricati di lavori che non abbiano a durare che una o due stagioni, giova adottare altre casse che ora descriveremo, le quali costano assai poco, si eseguiscono con tutta facilità, e danno risultamenti quasi altrettanto buoni che le casse cilindriche. L' apparato di cui parliamo è una semplice cassetta di legno della forma di un tronco di prisma rettangolare, come vedesi nella fig. 10, sostenuta su due pernii di ferro *t*, posti alquanto al di sopra del centro di gravità della cassa ripiena di getto. Una staffa di ferro *s* abbraccia i due pernii *t*, e ad essa è attaccata la corda che sostiene il tutto e che ravvolgesi come nel caso precedente sopra un verricello opportunamente disposto. Quando la cassa è vicina al fondo se la fa bilicare tirando la funicella *c*, e così la massa del getto viene deposta là dove conviene. Il fondo della cassetta deve essere bucherato, poichè altrimenti succede talvolta che il getto sostenuto dall' acqua non si separa immediatamente dalla cassa, risalendo ad una certa altezza prima di cadere e venendo così a stemperarsi nell' acqua: è da aversi molto riflesso a questa avvertenza.

Qualunque sia l' apparato che si impiega per colare il getto devono sempre aversi presenti le norme che seguono: 1.° il getto deesi adoperare immediatamente dopo la sua preparazione, e crediamo inutile notare che quando trattasi di costruzioni esposte comunque al contatto dell' acqua il cemento adoperato nella fabbricazione

del getto deve essere idraulico. 2.° Versasi il getto nel luogo ove si vogliono fare le fondamenta in istrati grossi $0^m,15$, che, quando si possa, battonsi accuratamente, lasciando scorrere parecchie ore per ciascuna serie di tre a quattro strati successivi. 3.° Allorquando si cola del getto in uno scavo conviene mantenervi l'acqua alta quanto è possibile per impedire che si formino sorgenti le quali sollevino e facciano fondere lo strato del getto recentemente applicato. 4.° Conviene sempre colare il getto a zone di considerevole larghezza, e non mai a strati sottili sparsi ad un punto su tutta la superficie del lavoro. 5.° Non si ha mai cura che basti di levare la calce polverulenta che si separa dal getto, poichè quando ne resta una certa quantità fra due colature successive si può esser certi che non vi avrà mai aderenza fra queste due parti della massa. Ogni qualvolta perciò si riprende il lavoro si dovrà spazzare la superficie dell' ultimo strato deposto e levare la polvere di calce con gottazze o meglio con sacchi di tela montati sopra un telaio di ferro, e non mai col mezzo di trombe, come indicano alcuni autori, imperciocchè queste producono correnti che stemperano il getto vicino alla cima donde aspirano. Questa manovra deesi ripetere durante il lavoro. La calce polverulenta si accumula sempre al piede della scarpa del getto ed è ivi facile di prenderla per levarla.

Un altro uso importante del getto è la fabbricazione di pietre fittizie del volume e della forma voluti. Pel molo di Cherburgo, per quello di Algeri e pei lavori del forte Bayard si fanno massi di getto di 8 e fino a 9 metri cubici. Cominciansi pure a fabbricare col getto pietre fittizie per la costruzione delle fogne, alcune formando il pavimento ed i muri di fianco, altre le volte, facendosi in tal modo le costruzioni con grande rapidità ed a bassissimo prezzo.

La fabbricazione delle pietre artifiziali non presenta del resto, come dicemmo, alcuna difficoltà, bastando formare casse di legno a pareti mobili, colarvi dentro il getto, e quando questo è solidificato, levare il legno che serviva aveva di forma.

In una relazione fatta da Arago alla camera dei deputati sulle cose di Vicat, riassume come segue i grandi vantaggi da lui procurati con la introduzione delle calci idrauliche e del getto impastato con esse, le quali cose, tuttochè ben conosciute dagli antichi, più non venivano o solo assai di raro impiegate e in que' paesi soltanto dove trovavansi o potevasi con facilità procurarsi i materiali opportuni a tal fine.

« Una volta, dice Arago, non potevasi fondare solidamente un sostegno che sopra graticolati di legname, riducendo il fondo all'asciutto; costruivansi interamente di pietra viva, e malgrado tutte queste cautele provavano guasti frequenti a causa dell' alterazione dei cementi dell' interno dei muri. A motivo di questa maniera di costruzione, e specialmente della necessità degli asciugamenti, alcuni sostegni costarono fino a 300,000 franchi, ed a termine medio, la spesa non era minore di 100,000 franchi. Oggidì, mercè la soppressione degli asciugamenti, delle ture, e mercè l' uso dei minuti materiali che possono impiegarsi con la calce idraulica, questo costo varia fra 38,000 e 50,000 franchi. La minima economia per ciascun sostegno è adunque di 50,000 franchi, e sopra 1348 sostegni costruitisi in Francia dopo il 1821, il risparmio fu adunque di 67 milioni. »

Arago entra poscia in particolarità analoghe per la costruzione delle steccaie, dei ponti di pietra e sospesi, e termina riassumendo come segue l' economia fattasi in Francia su queste varie costruzioni:

Pei sostegni	67,350,000fr
Steccaie adiacenti	15,600,000
Steccaie isolate, sproni e simili	20,000,000
Grandi ponti	26,132,000
Ponti mezzani	7,050,000
Ponti di un solo arco	25,000,000
Ponti sospesi	28,890,000
Totale . .	182,022,000.

Oltre a queste economie accenna di altre che non si poterono valutare per mancanza di documenti bastanti, come sono quelle: 1.° sui ponti di legno o di ferro sostenuti da pilastri di muro; 2.° sui ponti di un solo arco di 6 a 10 metri di apertura; 3.° sulle rive, dighe, bacini e simili sul mare; 4.° sulle fondamenta degli edifizii privati e pubblici delle città; 5.° sui lavori militari.

« Da tutto ciò, conclude Arago, risulta evidentemente che, supponendo l'arte di edificare quale era in Francia prima del 1818, cioè prima delle ricerche di Vicat, la maggior parte delle grandi imprese in attualità di lavoro non si condurrebbero a termine pel molto tempo e spesa che esigerebbero. Inoltre se, giudicando delle economie future dalle passate, suppongansi le prime proporzionali alla importanza sempre crescente dei lavori di arte, si giugnerà a tali risultamenti da destar meraviglia nelle menti più fredde. »

Muri di mattoni crudi. Nell'articolo Mattone in questo Supplemento si diede la storia di questo genere di mattoni (T. XXII, pag. 264), e se ne citarono pure molti esempii, indicando come abbiasi a scegliere la terra per farli, quanto abbiasi a lasciarli seccare prima di metterli in opera, ed in quali luoghi possano adoperarsi con qualche vantaggio, essendosi parlato eziandio del modo come sogliono ordinariamente formarsi e dei vantaggi di comprimerli con un torchio possente, affinchè acquistino compattezza maggiore. La costruzione dei muri con questi mattoni riducesi ad una semplice sovrapposizione di essi con le commettiture alternate e con esatto combaciamento, risultando allora analoghi molto ai muri formacei, onde si è in addietro parlato.

Muri a secco di mattoni cotti. All'articolo Mattone addietro citato, ed a quelli Fornaciaio del Dizionario, si è detto a lungo quali fossero le forme di mattoni presso gli antichi, e quali sieno le forme di quelli moderni; si è veduto come abbiasi a scegliere la terra per farli, in qual guisa questa si impasti e mettasi negli stampi a mano o con macchine, come abbiasi ad asciugare ed a cuocere, ed a quali caratteri conoscansi quelli di miglior qualità. Ivi pure accennossi quale sia il peso, a termine medio, dei mattoni e quale la resistenza; si è detto come se ne facciano di tanto leggeri da galleggiare sull'acqua, e come talvolta si foggino a linguetta ed a incastro, affinchè meglio leghinsi insieme, e si sono pure indicate alcune preparazioni, intonachi od altro per rendere questi mattoni più atti ad alcuni speciali lavori. Pertanto nel parlare qui appresso delle diverse specie di muri che si fanno coi mattoni cotti non ci occuperemo menomamente della preparazione di essi, ma solo parleremo delle avvertenze necessarie per porli in opera, vale a dire

di quanto si riferisce alla formazione dei muri considerata di per sè stessa.

La erezione di muri a secco si fa, come lo indica il nome stesso, ponendo ordinatamente varie file di mattoni l'una sull'altra senza cemento od altro che li leghi od unisca fra loro. La pochissima solidità di questi muri fa che si usino solo ed anche assai di raro per farne chiusure od altro, specialmente provvisorie. Le poche avvertenze che intorno ad essi potrebbero darsi riduconsi alla maniera di disporre i mattoni, la quale avendo ad essere la medesima che pei muri di mattoni con malta, rimettiamo più innanzi di considerarla, avendo qui citato la formazione dei muri a secco piuttosto per annoverare tutte le principali specie di muri che altro.

Muri laterizii, cioè di mattoni con malta o gesso. Tutti i costruttori, fino dai tempi di Vitruvio, esaltano l' opera laterizia, siccome quella per cui i muri acquistano solidità e durevolezza maggiore che per qualsivoglia genere di struttura in pietre naturali. Tale era anzi l' eccessivo pregio in cui, al dire dello stesso Vitruvio, venivano tenuti dagli antichi i muri di mattoni che nelle stime degli edifizii privati era invalsa la massima di valutarli nè più nè meno del costo della loro costruzione, considerandone perpetua la durata; mentre i muri ordinarii di pietra si supponeva che non potessero durare oltre gli ottanta anni, e perciò nell' apprezzarli si detraeva dall'originario loro valore tante volte l' ottantesima parte, quanti erano gli anni decorsi da che erano stati fabbricati. La fortezza e la durata de' muri di mattoni derivano dalla forma regolare e dalla grandezza uniforme, dei mattoni affinchè si possano disporre e combinare nei modi più vantaggiosi; dalla virtù che hanno i laterizii di fare strettissima presa con le malte, dalla facoltà di resistere alle intemperie atmosferiche, posseduta da questi materiali più che da qualunque delle migliori pietre naturali, dalla singolar proprietà di resistere all' azione, benchè gagliarda, del fuoco. Una prerogativa interessante della struttura laterizia è anche la sua leggerezza, essendo la gravità specifica ne' mattoni minore che in qualsivoglia pietra naturale di quelle che possano convenientemente destinarsi ad una regolare struttura. Per lo che si ha non di rado motivo di prescegliere l' opera laterizia, ove importi d' attenuare la pressione o la spinta contro le masse resistenti; come, per esempio, nelle costruzioni delle volte. Si aggiunga che i muri di mattoni riescono più di qualunque muro di pietra impermeabili all' acqua: pel che in molti casi si rendono precipuamente adatti ad alcune più gelose idrauliche costruzioni.

Tutte le norme relative alla fabbrica di questa sorta di muri si riducono a due capi: disposizione de' mattoni, ed effettiva costruzione.

In generale i mattoni vanno disposti a corsi orizzontali, e dee ciascheduno di essi giacere sulla più ampia delle sue facce. Per tal modo le commettiture de' mattoni d' un medesimo corso con quelli del corso immediatamente superiore ed inferiore sono tutte in un medesimo piano orizzontale; ma le commessure verticali è duopo che sieno sempre alternate, vale a dire che quelle d' un corso non sieno mai in continuazione di quelle del corso inferiore o superiore, siccome abbiamo inculcato anche pei muri di pietra squadrata. Con tale sistema si ottiene il vantaggio di mettere in azione il peso delle pietre e dei mattoni a favore della stabilità dell' ammasso; poichè la pressione esercitata da ogni mattone sopra due, tre, o quattro di quelli del corso inferiore, tende a tener questi uniti ed immobili ove furono collocati. Coerentemente all' accennata condizione varii sono i modi d' intrecciare i

mattoni, secondo che la grossezza del muro è uguale alla larghezza di un mattone, nel qual caso il muro dicesi *semplice*, ovvero anche muro *d' una testa*; o che la muraglia è d' una grossezza doppia della larghezza de' mattoni, o tripla, o quadrupla o simili, nei quali casi il muro dicesi di due, di tre, di quattro teste, e così via via.

La disposizione de' mattoni ne' muri d' una testa, detti anche da alcuni *di mezzo quadrello* perchè risultano grossi quanto la metà della lunghezza di un mattone cioè $0^m,125$, è quella di sovrapporre le pietre cotte le une alle altre in modo che la loro lunghezza si presenti all' esterno. Questi muri sono debolissimi nè si usano che per tramezzi o per piccole fabbriche ova non abbiano a reggere a gravi pesi. Affinchè però acquistino maggiore solidità ed offrano anche più bell' aspetto, quando non voglionsi intonacare, dovranno disporsi in guisa che, formato un filare, quelli da sovrapporvisi pel filare successivo abbiano le loro giunture sulla linea che dividerebbe per metà il mattone sottoposto; così i mattoni del terzo filare riescono nella stessa direzione di quelli del primo; quelli del quarto corrispondono a quelli del secondo, e così di seguito. Vengono in questo modo a collegarsi meglio fra loro formando il muro più solido e presentando una disposizione conforme a quella specie di struttura in pietra squadrata cui, come dicemmo, dai Greci fu data la denominazione *d' isodomo*.

Il muro di due teste, o, come altri dicono, *di quadrello*, può farsi in parecchie maniere, riuscendo sempre grosso quanto è la lunghezza di un mattone, cioè $0^m,250$. Si possono distribuire i mattoni che devono comporre il primo filare, in guisa che presentino all' esterno la loro lunghezza, col che questo filare risulterà nella sua grossezza di due mattoni uniti fra loro per lo lungo o di due filari di un muro di mezzo quadrello uniti assieme; sopra questo poi mettesi allora un altro filare, i cui mattoni si dispongono in guisa che la loro lunghezza riesca nel senso della grossezza del muro, sicchè presentino sulle facce le loro teste, e due mattoni trasversali del primo filare rimangano coperti perfettamente da due longitudinali del secondo. Meglio giova forse però disporre tutti i filari in maniera che sieno successivamente formati di due mattoni posti trasversalmente e due longitudinalmente, a quel modo che vedesi nelle fig. 11 e 12 della Tav. XXII delle *Arti del calcolo*, avvertendo qui pure che le giunture dei mattoni, le cui teste riescono all' esterno sieno per ciascun filare alternate, come la figura stessa dimostra.

Il muro di tre teste, ossia *di quadrello e mezzo*, la cui grossezza è di $0^m,375$, può formarsi a quel modo che indica la fig. 12, ponendo, cioè, nel primo filare due mattoni uniti fra loro nel senso della lunghezza, i quali presentino sopra una faccia esterna le loro teste, indi un terzo mattone appoggiato sulle teste opposte che presenti alla faccia opposta il lato più lungo. Accanto di questo terzo mattone sullo stesso filare mettonsi due mattoni uniti per lungo che presentino la testa nella faccia cui corrispondono ed alle altre teste se ne unisce un altro che presenti all'esterno la faccia più lunga. Nel filare superiore alternasi questa disposizione, facendo che i due mattoni posti longitudinalmente appoggino per metà su quello posto trasversalmente nel sottoposto filare, cioè presentino le loro teste in quella faccia ove il sottoposto presenta il lato più lungo. Talvolta ad ogni due di queste combinazioni si fanno susseguire in ciascun filare tre mattoni disposti longitudinalmente, e che abbracciano quindi tutta la grossezza del muro, come si vede nella fig. 13.

Finalmente, la fig. 14 dà a vedere con

quale disposizione possa essere intessuta una muraglie di quattro teste, che è grossa 0^m,500.

« Mettesi, come si vede, in ciascun filare un mattone in guisa che riesca col lato più lungo all' esterno su di una faccia; sull' altro lato più lungo di esso mettonsi le teste di due mattoni disposti trasversalmente, e sulle altre teste di questi mattoni si adatta un mattone posto longitudinalmente, il cui lato più lungo riesca sull' altra faccia del muro. Due mattoni posti trasversalmente e uniti testa a testa, seguono a questa combinazione; poscia ripetesi la combinazione medesima, e così per tutto il filare. Nei filari adiacenti la disposizione è la stessa, eccettochè si fa in modo, secondo la regola generale, che le giunture dell'uno si alternino con quelle dell' altro. È facile imaginare altre analoghe disposizioni adattate per la costruzione de' muri di maggiori grossezze, badando sempre che i mattoni si alternino e concatenino più che sia possibile, producendosi con tale ordinata disposizione grande solidità e bell' aspetto quando non voglia usarsi intonaco. Ordinariamente però i muri che devono essere più grossi di 0^m,75, non si fanno con file di mattoni che abbraccino tutta la grossezza del muro, ma si costruiscono due muri di una testa, distanti fra loro in guisa che dall' insieme risulti la voluta grossezza, e riempiesi lo spazio nel mezzo con struttura cementizia.

« Rogers, con lo scopo di economizzare la mano d' opera, ed i mattoni nella costruzione dei muri, propose la disposizione seguente. Supponendo, a cagione d' esempio, che abbiasi a costruire un muro di mattoni grosso 0^m,22, s' incomincia dal fare le fondamenta al solito modo, sovrapponendo, cioè, i mattoni in guisa che il muro riesca della voluta grossezza; fatto ciò mettonsi su questa base in coltello un filare di pietre all' esterno ed un altro all' interno, che lascino uno spazio vuoto nel mezzo: per dare la solidità necessaria a questa costruzione mettonsi alcuni mattoni trasversalmente nel senso di loro lunghezza ad ogni tre mattoni del filare anteriore e posteriore. Si vede che i mattoni essendo posti in coltello e lasciando dei vuoti ne occorre minor numero e meno malta. Le facce di questi muri possono agevolmente essere spianate e rinzaffate, e si asciugano molto più presto, secondo l' inventore per l' aria che contengono all' interno, a nostro parere per la minore quantità di pietre bagnate e di malte che contengono.

Tutte le disposizioni qui addotte includono evidentemente il supposto che la lunghezza del mattone sia doppia delle larghezza. È questa una condizione assolutamente essenziale affinchè i mattoni siano accomodati ad una regolare disposizione, senza che faccia uopo tagliarli: perciò i fornaciai sogliono generalmente apparecchiare i mattoni di forma oblunga, come fu già avvertito all'articolo Mattone, con l' assegnata relazione di 1 a 2 fra la larghezza e la lunghezza.

Nell' ordinaria struttura laterizia la disposizione de' mattoni generalmente è tale che ognuno trovasi immancabilmente col fianco ovvero con la testa paralelle alle fronti del muro, come appunto apparisce nei varii modelli che abbiamo avuti or ora sotto gli occhi. Potrebbero tuttavia i muri più massicci essere costruiti con una disposizione in cui i mattoni d' un filare venissero ad intrecciarsi con quelli dei filari contigui, essendo tutti posti obliquamente alle fronti del muro. Nella fig. 15 si offre un modello di struttura laterizia coi mattoni posti obliquamente, la quale dicesi essere usitata nell' Olanda. I fianchi e le teste dei mattoni sono posti ad angolo

semiretto con le fronti del muro con positure inverse ed alternate da un filare all'altro, come ben si ravvisa nel tipo. Le estremità dei mattoni che compariscono nelle fronti del muro è duopo che sieno preventivamente tagliate in isbieco; e qualora la fronti debbano rimaner senza intonaco, a mattone scoperto, o sia, come dicono i pratici, *a cortina*, per togliere la scabrosità delle facce apparenti dei mattoni e per dare alle fronti un aspetto polito e decente, se ne strofina tutta la superficie con un pezzo di pietra arenaria, facendo scorrere questo con forza avanti e in dietro in tutti i sensi, finchè sia svanita ogni ruvidezza. La pietra è agitata con moto rettilineo alternativo da due uomini che tirano a vicenda due funi, da essi impugnate, le quali tengono legata la pietra, mentre un'altra persona è occupata a calcarla fortemente, sulla faccia del muro ed a bagnare di mano in mano le parti sulle quali si vien estendendo la strofinazione.

La forma piatta e regolare dei mattoni giova qualche volta a costruire sottilissimi muri di tramezzo per le interne divisioni nelle fabbriche civili, nei quali al pregio della leggerezza va congiunto quello della pochissima area occupata. Questi muri diconsi di mattoni *in coltello*, ovvero di mattoni *in taglio*, atteso che sono composti di mattoni disposti a corsi orizzontali e disposti appunto in coltello, ossia in taglio, in modo che la grossezza del muro riesce uguale a quella de' mattoni, salvo l'aumento dell'intonaco che si distende sulle due soperficie della muraglia. Per altro questa costruzione sarebbe mal sicura, atteso la tenuità della base, quando i muri di tramezzo sono più che discretamente lunghi ed alti; ed in tal caso, volendoli costruire di mattoni in coltello, è duopo fortificarli con un telaio a varii ordini di piane di legno verticali ed orizzontali, saldate nei laterali muri massicci, nel pavimento e nel solaio, e ben connesse le une con le altre, in guisa che il muramento di mattoni in taglio venga diviso in tanti specchi o riquadri incassati nei vani del telaio, ciascuno dei quali non sia nè più lungo nè più alto di due metri al sommo.

Allorquando si costruisce con mattoni sopra un piano inclinato, le fondamenta devono esser costruite in guisa da formare una serie di gradini piani che seguano il pendio del terreno e diano una base solida agli strati, impedendo che scorrano gli uni sugli altri. Senza questa precauzione la umidità che penetra nelle fondamenta in certe stagioni le altererebbe, le parti tenderebbero a scorrere le une sulle altre e cagionerebbero nei muri rotture nocive alla solidità degli edifizii.

Nel costruire i muri laterizii è duopo nettarli da ogni sostanza eterogenea che vi fosse aderente e lasciarli inzuppare di acqua prima di metterli in opera, acciò non assorbano l'acqua della malta e impediscano così la perfetta aderenza delle varie parti del muro, come già osservossi parlando di quelli di pietrame. Murasi quindi con malta in copia, di buona qualità, alquanto più sciolta di quella che si adopera nei muramenti di pietrame, disponendoli opportunemente come si è insegnato e battendoli leggermente uno ad uno con la martellina o col taglio della cazzuola, affinchè si pongano nell'assetto più regolare.

Lavocat fece molti anni addietro sperimenti, dai quali sembrerebbe risultare assai utile praticare nei mattoni alcuni incavi, giacchè, penetrandovi la malta e indurandosi, viensi a formare una specie di calettatura. Gli risultò pure vantaggioso tuffare i mattoni in malta assai liquida od in acqua di calce anzichè in acqua pura, e l'adoperare malta grossolana invece che fina. Provò a fare tre pezzi di muro uguali, l'uno

con mattoni sui quali aveva fatto praticare cinque a sei incavi di circa un centimetro sulle facce più larghe ed un incavo angolare alle cime, tuffati a saturazione in malta assai liquida e uniti con malta grossolana; il secondo con mattoni senza incavi bagnati in acqua di calce viva ed uniti con malta grossolana; il terzo con mattoni senza incavi inzuppati d'acqua ed uniti con malta fina; quattro mesi dopo la resistenza al demolimento dei tre pezzi di muro fu varia, e risultò di 8, di 3 e di 1.

È da avvertirsi che il muro dee progredire quanto più uniformemente si può in altezza a strati non maggiori di 1^m, a $1^m,50$, imperciocchè questa specie di muri essendo soggetti a ristringimento, quella parte che fosse montata là prima proverebbe questo effetto innanzi che le altre fossero giunte alla medesima altezza se non si evitasse questo inconveniente innalzando il muro su tutta la sua lunghezza ad un tratto. Nell'edificare ciascun pezzo del muro si dee aver cura di terminarlo a piano inclinato. Allorquando abbiasi a riprendere il muramento dopo qualche interruzione, cosicchè la malta ed i mattoni siensi più o meno inariditi, vi si dee gettar sopra dell'acqua in abbondanza per disporli a far buona presa con la nuova muratura in continuazione dell'opera.

Allorquando si costruisce durante l'inverno è cosa essenziale di guarentire il lavoro non terminato dagli effetti alternati della pioggia e del gelo. La pioggia penetra dapprima i mattoni e la malta, quindi agghiacciandosi ed aumentando di volume fa spezzare i materiali in cui è contenuta. Questa è una delle cause principali della alterazione degli edifizii. Quindi se il tempo diviene freddo e piovoso deesi aver cura di coprire le muraglie non terminate di paglie o di tavole.

All'articolo Mattone si è veduto come col metodo di Brunel, cioè, mescendo alla malta sostanze fibrose, come paglia, stoppie o simili, siasi giunti, non solo a fare archi senza centina, ma altresì travi di mattoni (T. XXII di questo Supplemento, pag. 294), e si vedrà all'articolo Pozzo come si fabbrichi talora la canna di esso sopra un cerchio anulare di tavole, facendo in guisa che vada abbassandosi il muro mano a mano che sorge, avendosi così il vantaggio di farne la costruzione al di sopra del suolo, anzichè ad una certa profondità e nell'angustia della canna del pozzo stesso.

Muratura mista di mattoni e pietre vive. Talvolta, in que' paesi dove le pietre vive non abbondano tanto da farne i muri interamente, mettonsi nei muri di mattoni pezzi di pietra, i quali per lo più ne abbracciano tutta la grossezza e servono di legamenti. I Greci, che accostumavano formare dell'interno e delle fronti dei muri una grossezza continuata, legavano pure una fronte con l'altra col mezzo di morse che eglino chiamavano *diatoni*, e che i Latini dicevano *frontati*. Taluni però distinguono questi frontati in due specie, ad una delle quali conservano il nome di *diatoni*, dando all'altra quella di *semplici*, e la differenza stando in ciò che gli ultimi non fanno che legare una fronte col muro di mezzo, cioè che in essi le morse non attraversano tutta la grossezza del muro, come fanno invece nei secondi, dove uniscono propriamente l'una faccia con l'altra. Le avvertenze necessarie in questo caso, come in tutti quelli in cui si adoperano materiali di varie grossezze, è di fare in guisa che là dove si mettono le morse od altro, vengasi poi con una o più file di mattoni a formare un piano diritto sul quale stabilire i filari superiori, riempiendo convenientemente i vani che rimanessero sui lati di queste morse, sicchè, colle-

gandosi esse col resto della costruzione, vengono a fare l'effetto di catene ed a produrre quell'aumento di solidità pel quale si impiegano. Spesso adoperansi specialmente le pietre da taglio per le cantonate o le testate dei muri che devono rimanere isolate, essendo in tal caso ottimo rinforzo ed assai valido. A quella specie di muratura mista potrebbe forse anche ascriversi quella che di frequente si osserva, formata, cioè, di pietre da taglio negli imbasamenti e di mattoni nel rimanente. In fine qualche volta altresì vedonsi muri che si dicono *listati*, e si formano alternando strati orizzontali di mattoni e di pietre da taglio. Le muraglie del circo di Caracalla, presso l'antica via Appia, sono composte a filari alternativi, uno di mattoni, ed uno di tufo in conci squadrati. I muri d'alloggiamento de' soldati a Pompei sono pure costrutti alternativamente di tre corsi di mattoni e di un filare di pietre squadrata. I moderni costruiscono talvolta muri listati, col solo fine d'alternare alla struttura in pietrame dei corsi d'opera regolare laterizia, ovvero in pietre squadrate, acciocchè ne risulti un sistema meglio unito e più stabile che non potrebbe sperarsi dall'irregolarità d'una composizione tutta uniforme di semplice pietrame.

Muri a rivestimento. Nella maggior parte de' grandi edifizii, non si fa che rivestire di pietre da taglio le costruzioni in muratura di pietre rozze o pietrame, per dare all'esterno une più bella apparenza e talvolta anche una maggiore solidità. È certo che in tutte le costruzioni, le quali hanno grandi sforzi laterali da sostenere, i rivestimenti con pietre da taglio ne aumentano molto le solidità, perchè, essendo soggette ad un minore abbassamento, oppongono una resistenza più forte.

Perciò bisogna distinguere due specie di rivestimenti, l'uno dei quali non è che una specie di fodera e non ha altro oggetto che l'apparenza, e l'altro che ha per iscopo la solidità. Quelli della prima specie non debbono farsi che terminate le costruzioni principali, e di questi hanno fatto uso gli antichi Romani e servonsi gl'Italiani moderni per le facciate di molti grandi edifizii. In tanti luoghi d'Italia ed anche di Francia si trovano esempii di murazioni di pietrame o di mattoni con morse per collegarvi pietre da taglio con cui dovevanò essere rivestite, il che non si eseguì dappoi.

Nel secondo caso i rivestimenti, facendo parte della costruzione principale, e dovendo contribuire a sostenerne il peso e gli sforzi, esigono una cura particolare per prevenire quant'è possibile le ineguaglianze di cedimento e gli accidenti che producono. Il mezzo più sicuro per evitarli si è di battere il muro e di formare a diverse altezze spianamenti generali, come si era praticato nel sepolcro di Cecilia Metella.

Questo genere di muri, detti anche *imbottiti* o *foderati*, hanno ordinariamente il nucleo che i Greci chiamavano *emplecton* di pietrame o cementizio, rivestito da ambe le parti di pietre naturali, tagliate e disposte regolarmente, ovvero di struttura laterizia. La fig. 1 della Tav. XXIII delle *Arti del calcolo* mostra un muro misto di questo genere, il quale ha il nucleo di struttura cementizia, ovvero di pietrame, e la spoglia ossia il rivestimento di pietre squadrate. Nella fig. 2 la sezione e la pianta rappresentano un muro foderato di fuori e di dentro, vale a dire di quelli che propriamente diconsi imbottiti; e nella fig. 4 vedesi in sezione ed in pianta un muro foderato soltanto da una parte. La fig. 4 offre la sezione e la pianta d'una muraglia imbottita, che ha la spoglia esterna di pietre squadrate, e l'interna di mattoni. Tale è

la struttura della maggior parte dei muri della basilica di san Pietro a Roma.

Questi muri misti, composti di varie falde verticali di strutture diverse, aderenti le une alle altre, vogliono essere costruiti con particolari cantele, affinchè per la sconnessione degli strati componenti non abbiano presto o tardi a sconciarsi. Importa primieramente che le spoglie esteriori sieno continuamente immorsate al nucleo, ossia al ripieno intercluso: il che si ottiene disponendo le pietre squadrate, e così pure i mattoni, in guisa che in ciascun corso i conci ed i mattoni sieno collocati alternativamente uno in grossezza ed uno in chiave, come appunto si vede nelle due figura ultimamente citate. Per ottenere un maggior concatenamento giova stabilire di tanto in tanto per traverso lunghe pietre che, trapassando dall' una all' altra fronte del muro, a guisa di chiavi o fibbie, riuniscano saldamente le varie parti del sistema. Nei muri imbottiti di molta grossezza ponevano gli antichi a forma di fibbie spranghe abbrostite di legno d' ulivo che, trapassando la muraglia da parte a parte, ne tenevano collegati i due rivestimenti ed impedivano il distacco di questi dal nucleo interno. Il muramento interiore deve essere di mano in mano costruito e battuto a proporzione che s' innalzano i rivestimenti; il che fu già avvertito in addietro, ove si disse dei muri cementizi.

Muri reticolati. I Romani avevano modi particolari per la costruzione de' rivestimenti ne' muri imbottiti, i quali poi sono andati in disuso. Uno di questi era la così detta *opera reticolata*, di cui veggonsi moltissimi esempi in tanti avanzi di antiche fabbriche. I rivestimenti d' opera reticolata erano composti di pezzi di tufo, o d' altra pietra tutti uguali e tagliati a forma di parallelopipedi a base quadrata, alquanto acuminati nell' estremità, che in opera doveva rimanere nascosta. La base del parallelopipedo o quadrello destinata a comparire nella fronte del muro, aveva il lato di circa $0^m,08$; la lunghezza totale del quadrello era di $0^m,16$ circa. Questi quadrelli erano disposti in guisa che delle due diagonali della base di ciascuna di essi una fosse orizzontale, l' altra verticale; talmente che la fronte del muro appariva tessuta a forma di rete, al che allude appunto la denominazione data a questa specie di struttura. Era per altro indispensabile che i rivestimenti reticolati fossero contenuti fra liste orizzontali e verticali, d' opera ordinaria di mattoni o piccole pietre squadrate: sicchè le fronti dei muri presentavano regolari compartimenti di riquadri o specchi, divisi da fasce orizzontali e verticali. Leon Battista Alberti asserisce d' aver osservato che alcune volte si quadrelli della forma ordinaria ne erano interposti altri più lunghi, la base dei quali era un rettangolo ugualmente largo e doppiamente lungo della base de' quadrelli comuni. Era questo un artificio che tendeva evidentemente a legare la spoglia reticolata col ripieno della muraglia. La struttura reticolata fu dallo stesso Vitruvio dichiarata disposta a screpolare in grazia della scollegata disposizione de' quadrelli. Era tuttavia in gran moda l' opera reticolata a quei tempi, atteso l' eleganza della sua forma; ed il fatto dimostra che l' accuratezza della costruzione e la potenza d' eccellenti malte potevano esentare il sistema da quegli sconcerti, dei quali la svantaggiosa disposizione aveva giustamente fatto temere.

Costumarono anche frequentemente i Romani di rivestire i muri di pietrame ed i cementizii con una spoglia di mattoni triangolari. Questi mattoni si disponevano a filari orizzontali, con le commessure verticali alternate, costantemente posati in

guisa che il maggiore dei loro lati, ossia l'ipotenusa del triangolo, cadesse sulla fronte, e l'angolo retto nell'interno della muraglia. Della struttura di questa sorta di muri imbottiti, ci rimangono esempi nelle ruine delle terme di Tito e di altri antichi edifizii. Nel caso che la grossezza del muro fosse uguale alla lunghezza dell'ipotenusa dei mattoni triangolari, mettevansi questi in guisa che si corrispondessero i vertici dell'angolo retto all'interno; mettevansi invece questi vertici di contro all'angolo rientrante formato da due mattoni contigui nei muri di grossezza maggiore. Avevanvi pure talvolta alcuni corsi di grandi mattoni quadrati, estesi a tutta la grossezza del muro, i quali veggonsi in molti avanzi di così fatte muraglie elevate, a maggiore o minore distanza gli uni dagli altri e tendenti a tenere concatenate di tratto in tratto le due spoglie col nucleo interno della costruzione.

Nella moderna costruzione, non essendo più in uso i mattoni triangolari, le fodere laterizie si costruiscono di mattoni comuni rettangolari, e si distinguono con la particolare denominazione di *cortine*. Affinchè ne divenga più regolare e più unita la struttura, segnatamente quando le fronti non debbono essere ricoperte di intonaco, si adoperano mattoni rotati, o, come altrove volgarmente dicesi, *sagramati*, i quali, per la pianezza, cui sono ridotte le loro facce, si accostano e si combaciano perfettamente, così che nelle commettiture sottilissimo e quasi impercettibile si rende lo strato della malta. Acciocchè la cortina si unisca saldamente al grosso, ossia al ripieno della muraglia, importa grandemente che i mattoni non presentino tutti il fianco sulla fronte, ma bensì alternativamente sieno posti uno in grossezza ed uno in chiave, come già si disse, o che almeno a due o tre mattoni posati in grossezza ne succeda costantemente uno collocato in chiave. Per la costruzione delle cortine a mattoni rotati si richiede una malta più grassa e più sciolta di quella che suole adoperarsi nell'ordinaria struttura laterizia.

Imitasi oggidì in qualche modo il reticolato degli antichi con le bozze che si fanno nelle pietre vive dei rivestimenti, segnando, cioè, con solchi regolarmente disposti le vere commettiture delle pietre, se queste sono di forma esattamente simmetrica e regolare, ovvero segnando finte commettiture dietro uno stabilito disegno. Le facce, che sono, o mostrano di essere le testate delle pietre, si lasciano talvolta piane, tal altra lavoransi a quattro piani inclinati, o, come dicesi, *a punta di diamante*. Le fig. 5, 6 e 7 della Tav. XXIII delle *Arti del calcolo*, rappresentano tre diverse specie di bozze, cioè la fig. 5 quelle con solchi piani, la fig. 6 quelle con solchi angolari e la fig. 7 quelle con solchi a doppia grossezza. Talvolta si fanno anche bozze nei muri di mattoni per dare loro più bella apparenza.

Muri misti di legno e mattoni. In alcuni paesi si ha l'uso di costruire una specie di ossatura pei muri con travi disposti in guisa da formare parecchi riquadri o comparti, i cui vani riempionsi con varii materiali di costruzione. Queste ossature devono farsi con legno di quercia sano e secco quanto è possibile, ed anzi, per agevolarne il diseccamento, invece che adoperare il legname come venne squadrato, suolsi tagliarlo in due, poscia rinnirlo, disponendo all'esterno le facce che vennero segate, che sono le più sane e meglio atte a resistere, attesochè formano il cuore del legno, e sovrapponendo invece le facce che formavano i lati esterni dapprima.

Quando questi due pezzi uniti non dieno sufficiente grossezza, vi si aggiugne un terzo pezzo nel mezzo, unendo poi

sempre il tutto mediante chiavarde. Questa maniera di costruzione però è sempre di poca solidità e durata, l'alterazione dei legnami od il cedimento di essi, ed anche il loro sbiecarsi semplicemente tendendo ben presto alla alterazione del muro stesso.

Una costruzione analoga, che dicesi *rustica*, si fa adoperando i legni coperti ancora della loro corteccia quasi allo stato greggio, e riempiendo gli intervalli con terra grassa, mesciuta talvolta con paglia trita, con fieno, borra od altro, per meglio legarne insieme le parti.

Muri di tevolozza. Si chiamano in tal guisa i muri formati di frantumi di laterizii ricavati dalle rovine o dalle demolizioni di antiche muraglie. Questa struttura, attesa la disuguaglianza e la irregolarità dei frammenti di mattoni che in essa si adoperano, non ammette quelle perfette disposizioni che sono proprie dell'opera laterizia di mattoni interi. Comporta bensì le regolarità dei corsi orizzontali; il che è pure un vantaggio, quand'essa si paragoni coi muri di pietrame, oltre quei pregi che derivano dalla natura del materiale, i quali furono già da principio enumerati. Tutto lo studio nella composizione dei muri di tevolozza deve esser rivolto ad ottenere la perfetta orizzontalità dei filari, ad evitare inoltre la coincidenza delle commessure verticali d'un filare con quelle de' filari contigui, e finalmente a procorare che i pezzi sieno combinati in un medesimo filare in guisa che ciascuno si trovi a contatto degli adiacenti, per quanto le diversità della grandezza e della figura lo permettono, inserendo i più minuti frammenti negl'interstizi, ove i fianchi irregolari de' pezzi più grossi non vengano a corrispondersi e a combaciarsi. Giova pure collocare alle fronti del muro frammenti più grossi e meno irregolari, quando non si preferisse di costruire i rivestimenti di mattoni interi, affinchè così la struttura acquistasse una maggior unione e solidità. Del resto questi muri si fanno come quelli di mattoni interi, nettando bene i frammenti, inzuppandoli di acqua ed unendoli insieme con mattoni od altro cemento.

Muri di metallo. Nell'articolo MATTONE in questo Supplemento (T. XXII, pag. 293), si è accennato come siasi proposto talvolta di fare mattoni di ferro, ma si è soggiunto altresì come il grande peso che avrebbero riuscirebbe un obbietto gravissimo. Da altra parte le costruzioni di metallo avrebbero senza dubbio alcuni vantaggi sotto molti aspetti, e principalmente sotto quelli della solidità, dell'assoluta sicurezza contro gli incendii, ed altresì in molti casi per la prontezza della costruzione e disfacimento degli edifizi, e quindi per la loro trasportabilità da un punto all'altro. Più volte si costruirono case di ferro, e recentemente le fonderie d'Inghilterra invisrono costruzioni di tal fatta nei paesi caldi dove i tarli in breve tempo distruggono i legnami. Scott e Sinclair costruirono a Greenock una scuola di ferro ad un solo piano, la quale non pesa che 8 a 9 tonnellate. Gli operai delle fonderie di Coltness abitano case di ferro circolari, e Fairbairn fece vedere nel 1844 a Manchester costruzioni di tal fatta il cui carattere è analogo a quello delle architetture moderne. Non crediamo poter far meglio conoscere quanto riguarda le costruzioni dei muri di metallo che riferendo gli studii fatti in proposito da Delaveleye, dietro ricerca di una Società.

Le condizioni volute da questa erano: 1.° di comporre gli edifizii di sostanze metalliche per porli al sicuro dall'incendio; 2.° di farli in guisa che si potessero unire con facilità e prontezza, sicchè richiedessero poca mano d'opera nel luogo ove si avessero a stabilire; 3.° di fare in guisa che si potessero disfare senza danneggiarli, per eseguirne il trasporto da un

sito all' altro; 4.° che l' edifizio potesse ricevere notabili aumenti, senza che perciò occorresse demolirlo, e possibilmente senza alterarne le simmetria; 5.° finalmente di studiare che la costruzione avesse a riuscire ad un tratto solida e poco costosa.

Parve facile a Delaveleye soddisfare alle quattro prime condizioni siccome quelle cui la metallurgia si presta agevolmente; ma incontrò qualche difficoltà nella quinta, malgrado il basso prezzo del ferro, e di essa quindi principalmente occupossi.

Cercò adunque la maniera di ottenere grandi superficie metalliche leggere e resistenti quanto fosse possibile, e siccome non prefiggevasi che la costruzione di una tettoia, così non attaccò molta importanza alle forme architettoniche. Come tuttavia succede frequentemente in simili casi che una idea ne fa nascere delle altre, vide potersi applicare le grandi superficie metalliche, con le opportune aperture, ai bisogni dell' architettura ordinaria in moltissimi casi. Estese quindi le proprie ricerche, e giunse a proporre vere case di ferro interamente metalliche, di costruzione economica, trasportabili da un luogo all' altro, atte ad ingrandirsi, a diminuirsi ed anche a mutarsi di forma. Non v' ha dubbio essere questi preziosi vantaggi, allorquando si tratta di costruzioni di poca importanza, come tettoie, magazzini, piccole case pegli ortolani, per guardie, per ricevitori di pedaggi, per casini di villeggiatura ed altri simili oggetti; ma questa locomobilità è meno utile quando si tratta di costruzioni di qualche importanza, come biblioteche od altri edifizii pubblici, ospitali, case padronali ed altro, attesochè per questi costosi edifizii scegliesi dopo matura riflessioni il luogo che hanno ad occupare nè più interessa mutarle. Richiedesi allora dalla costruzione di metallo la soppressione delle sostanze combustibili e una maggiore solidità che nelle costruzioni ordinarie, la economia non essendo più in tal caso che una considerazione secondaria. Si comprende che in questo genere di costruzioni sarebbe da adoperarsi il metallo in modo affatto diverso, come ora vedremo.

Nelle grandi costruzioni accostumasi guernire di pietre da taglio tutte le aperture delle porte e delle finestre: a queste pietre, spesso anche scolpite, potrebbersi sostituire pezzi cavi di ghisa, cui con poca spesa riuscirebbe facile dare forme molto ornate. Tutte queste aperture si potrebbero riunire, così in altezza come nel senso orizzontale con viti e traverse dello stesso metallo; sicchè lo scheletro dei muri avrebbe l' apparenza di una grata come quello dei muri misti di legname e mattoni onde abbiamo parlato. Travi pari menti di metallo servirebbero a legare e rassodare il tutto. Quelle parti del muro che hanno ad essere chiuse si riempirebbero con mattoni, e gli ornamenti all' interno si farebbero coi materiali generalmente adoperati nelle costruzioni ordinarie.

Dietro questi cenni si vede che l' architettura metallurgica, secondo Delaveleye, potrebbe dividersi in due classi ben distinte, secondo l' uso cui si destina, ed anzi ne indica ancora una terza.

Nella prima classe vorrebbe si comprendessero le piccole costruzioni da farsi totalmente di metallo, e che avessero per caratteri essenziali la locomobilità, una estrema facilità di montarsi e di cangiare forma e dimensione.

Nella seconda classe annovererebbe le costruzioni essenzialmente stabili adoperandovi la ghisa per le parti resistenti, il ferro per le catene ed i travi, le pietre pei riempimenti, e finalmente le suddivisioni facendosi al solito.

Aggiugnerebbe una terza classe pei

grandi edifizii interamente di ghisa, dei quali però non si è occupato per ora.

Quanto alla prima classe, cioè alle costruzioni interamente metalliche, osserva, come già si è detto a principio, che il problema consiste principalmente nel fare superficie metalliche di grandi dimensioni, rigide, leggere e che si possano facilmente riunire.

Le fig. 8 e 9 della Tav. XXIII delle *Arti del calcolo* rappresentano, veduta sotto due aspetti diversi, una combinazione che il Delaveleye crede atta a servire a queste condizioni. Nella fig. 8, che rappresenta la faccia esterna, vedonsi lamierini *a a* uniti insieme con bullette; in quell'esempio le dimensioni supposte sono una lunghezza di quattro metri, e due di larghezza; le quali però possono variarsi naturalmente secondo che occorre. Si comprende però che se si unissero insieme lamine sottili ne risulterebbe una superficie metallica di nessuna resistenza che al menomo sforzo piegherebbesi in tutti i versi. Per tale motivo questa superficie non è abbandonata a sè stessa, ma è fissata sopra un telaio rigido di metallo, l'insieme del quale si vede nella fig. 9 che rappresenta il rovescio della piastra. Il contorno esterno del telaio componesi di quattro spranghe di ferro *b* piegate ad angolo, simili a quelle che si adoperano per unire gli spigoli nelle caldaie delle macchine a vapore. Le cime di queste spranghe sono ribadite solidamente su quattro cantoni di ferro *c*, col che si compie il telaio. Nelle dimensioni che abbiamo accennate questo telaio avrebbe molta flessibilità: per darvi la rigidezza che gli manca può adoperarsi la seguente armatura. Ciascun cantone o squadra *c* fondesi con una traversa *d*, inoltre alla metà dei lati più lunghi del telaio inchiodansi due pezzi di ghisa con traverse poste di contro a quelle del cantone opposto diagonalmente, come vedesi in *e*. Nel centro di ciascun comparto formato dalle traverse trovasi un quadrato di ghisa *f*, i cui lati, forati al pari delle traverse, lasciano passare le spranghe di tensione *g*, che sono quattro per ciascun comparto; queste spranghe, lavorate a vite alle cime, servono mediante dadi a legare con la loro tensione tutte le parti del telaio. Siccome poi con questa disposizione la tensione delle spranghe *g* tenderebbe a riavvicinare i due pezzi di ghisa *e*, così, per evitare questo effetto, si metterà il puntello o traversa *h* che manterrà la distanza voluta. Il lamierino è assicurato con bullette tutto all'intorno sul telaio, nel mezzo è inchiodato sulla traversa, ed inoltre, per impedire alla parte di mezzo di ciascun comparto di sbiecarsi, il lamierino trovasi preso fra i pezzi centrali *f*, e le girelle *i* che si vedono nella fig. 8; questo legame si opera col mezzo di una chiavarda *k* e di una traversa *l* fig. 9.

Le fig. 10 e 11 rappresentano i particolari di questo sistema sopra una scala maggiore: vi si vede la parte centrale *f*, la girellà *i*, la traversa *l*, e la chiavarda *k* che serve a strignere il lamierino fra il pezzo *f* e la girella *i*; inoltre vi si scorge il modo come sono messe in opera le quattro spranghe di tensione *g* munite dei loro dadi o madreviti. Vi si vede altresì un cantone *c* con la sua traversa *d*, nella quale si è fatto un ingrossamento per compensare la perdita di forza cagionata dal foro necessario al passaggio delle spranghe *g*. Si può vedere che l'angolo *m* del cantone forma una specie di risalto, e siccome è lo stesso in tutti i cantoni, così è chiaro che unendo due piastre non si toccheranno che per questi risalti alle cime, e lascieranno una piccola fessura o spazio libero fra i lati di due piastre consecutive; questa fessura riempiesi con mastice di ghisa. Finalmente vedonsi in queste

due figure i particolari di uno dei pezzi di ghisa che stanno nel mezzo dei lati più lunghi del telaio. Hanno anche essi un risalto u, che ha lo stesso scopo di quelli dei cantoni, vale a dire di servire di punto di contatto fra due piastre consecutive: la traversa h; che vedesi in piano ed in sezione, tiene un risalto h' ed una squadra a coda di rondine h^2, questa ultima avendo per iscopo di rassodare la unione.

Chiameremo elemento di costruzione una piastra metallica delle dimensioni sovraccennate; quella che abbiamo descritto è la più semplice, non tiene alcuna apertura, ed è chiaro che riunendone un certo numero potrebbero farsi capacità metalliche, le quali tuttavia non avrebbero alcuna apertura per le porte nè per le finestre. È chiaro altrettanto però potersi facilmente cangiare la interna armatura delle piastre per farvi aperture delle dimensioni volute. Le fig. 12 e 13 danno i particolari di un elemento di costruzione, il quale contiene una finestra di grande dimensione. È chiaro potersi far variare la posizione e le dimensioni delle aperture in guisa che soddisfacciano a qualsivoglia condizione.

Rimane ora ad esaminare come si possano unire con solidità gli elementi. Allorquando i muri non dovranno servire di punti di appoggio, si potrà limitarsi a collocare gli orli di due piastre l'uno contro l'altro e riunirle, passando chiavarde nella parte che rimane in piedi delle striscie di ferro piegate ad angolo, come vedesi nella fig. 14; la fessura che rimane fra gli orli, e che è prodotta a bella posta dai rialzi sui cantoni, riempiesi di mastice di ferro, come già si è detto, formandosi così una superficie continuata. Se si unissero parecchi elementi in tal guisa per fare una grande superficie, questa non avrebbe la necessaria rigidezza per formare un muro, ma sbiecherebbesi al menomo sforzo. Per darle questa rigidezza indispensabile, è duopo aggiugnere alcuni pezzi di ghisa, i quali con la loro resistenza possano dare all' insieme la necessaria consistenza.

Le fig. 14, 15, 16 e 17 rappresentano alcune di queste unioni sopra scala maggiori. La fig. 14 è la sezione della unione più semplice. Le due piastre sono poste l' una vicino all' altra, e legate da alcune chiavarde b che attraversano gli orli sagliente delle due striscie di ferro piegate ad angolo $a\ a'$, sull' altro orlo delle quali sono bullettati i lamierini $d\ d'$; lo spazio c che rimane fra le due striscie di ferro ad angolo è destinato a riempiersi di mastice di ghisa. La fig. 15 è la sezione di un altro modo di commettitura: le stesse lettere indicano gli stessi oggetti che nella commettitura precedente, dalla quale questa differisce per avervi un ritto e di cui vedesi la sezione. Questo ritto tiene un doppio orlo all' interno sul quale si fissa il tavolato o graticciato rappresentato da f su cui si stende la malta all' interno. La fig. 16 non ha altra differenza se non che il ritto forma una colonetta h all' esterno dell' edifizio, e contribuisce così all' ornamento di quello. Finalmente la commettitura della fig. 17 differisce dalle precedenti per ciò che il ritto è foggiato a scanalatura, dividendosi in due braccia fra le quali rimane un vuoto g destinato a servire di punto di appoggio ai muri interni di tramezzo che si volessero stabilire; esternamente ha l' apparenza di un pilastro.

Essendo tutti gli elementi piastre di uguali dimensioni, purchè si abbia la cura di fare i fori nelle striscie piegate ad angolo dietro un calibro uniforme, si potranno unire gli elementi in qualsivoglia ordine, e potendosi inoltre farvi quelle aperture che si desiderano, risulta potersi farne edifizii di qualsivoglia forma e dimensio-

ne. Risulta pure che per sostituire una piastra forata in un dato modo con un'altra che lo sia altrimenti o non abbia fori di sorta, basta svitare alcune chiavarde, sicchè rimanga libera la piastra da mutarsi, potendosi in tal guisa con molta facilità ottenere tutte le combinazioni volute.

Nella costruzione fin qui descritta la faccia esterna soltanto ha una forma piacevole all' occhio, l' interna essendo tutta inguale ed aspra, perchè coperta di cantole, di chiavarde, di traverse e di risalti di ogni natura, i quali si devono togliere per rendere decente l' interno della casa. Fra i mezzi che possono adoperarsi a tal fine il seguente è dei più semplici.

Le solide nervature di ghisa che formano lo scheletro della casa potranno essere saglienti all' interno, e servire ad attaccarvi un graticciato da coprirsi di malta, di gesso o di stucco, secondo che si vorrà dare alla casa più o meno bella apparenza. Perciò saranno da adottarsi le commettiture delle fig. 15, 16 e 17. Fra il graticciato ed il metallo rimarrà uno spazio vuoto; potrà questo lasciarsi pieno di aria, lo che basterà a prevenire gli effetti della esterna temperatura sull' interno della casa, oppure si potrà riempirlo con terra argillosa fortemente calcata, col che la costruzione diverrà più solida.

Per compiere quanto riguarda la formazione dei muri di metallo nel modo da lui proposto, Delaveleye dà il seguente conto approssimativo del costo di questo genere di costruzione.

Ciascun elemento forma una superficie di otto metri quadrati: stabilendo quindi il costo di uno di questi elementi, la ottava parte di quello sarà il prezzo di un metro di superficie. È tuttavia da osservarsi il costo dell' elemento dipendere in parte dalla qualità di apertura che vi si trova; una grande finestra esigerà molto più ghisa per la intelaiatura di una piccola: trascurando però queste differenze Delaveleye stabilisce il costo di un elemento semplice aggiungendo al conto una certa somma per le aperture, da calcolarsi in ogni caso particolare.

L' elemento componesi di

Ghisa.	4 cantoni *c*, con traverse, del peso tutto insieme di 6 chilogrammi . . . . chil.	24
	2 pezzi e pel mezzo dei lati più lunghi del telaio, ciascuno del peso di circa 8 chilogrammi	16
	2 quadrati che formano i centri dei scompartimenti, ciascuno del peso di circa 8 chilogrammi	16
	2 rosoni *i*	8
	Totale della ghisa . . . Chil.	64

Ferro.	12 metri di striscie di ferro piegate ad angolo *b*, del peso di circa 6 chilogrammi al metro . . . . Chil.	72
	1 traversa *h* di riga di ferro co' suoi due risalti, del peso approssimativo di	15
		87

	Riporto	87
8 spranghe di tensione *g* di bastone di ferro con 16 madreviti, del peso complessivo di		25
2 chiavarde e 2 traverse per tenere uniti i rosoni, del peso complessivo di		6
	Totale del ferro	Chil. 118.

Lamierino. 8 metri di superficie, grosso circa 2 millimetri, del peso, compresevi le sovrapposizioni e le bullette, di circa . . 100.

Il peso adunque dell' elemento sarà di 282 chilogrammi, o, in numeri rotondi, di circa 300: dicesi circa per ciò che, senza cangiare le dimensioni principali, si possono prendere differenti grossezze, secondo la solidità o la economia che si desiderano. Le misure indicate sono prese come un termine medio, e tale che sembra poter servire in molti casi.

Il costo di questi materiali complessivamente, compreso il lavoro di essi, può calcolarsi da 500 a 550 franchi ai 1000 chilogrammi; quindi gli otto metri di superficie costeranno presso a poco da 150 a 165 franchi, locchè fa 20 franchi al metro di superficie. Nulla adunque sarà più facile in ciascun caso speciale che valutare la superficie dei muri in metri quadrati; poi moltiplicando per 20 si avrà un prodotto, cui sarà da aggiugnersi: 1.° il prezzo dei ritti di ghisa destinati a dare la opportuna rigidezza ai muri; 2.° il costo dei graticciati per l'interno rivestimento e dell' intonaco di esso con malta, gesso o stucco; 3.° un aumento di spesa per le aperture di ghisa; 4.° il prezzo del tetto che potrà farsi di ferro scanalato o di piastre come il resto dei muri o finalmente col solito metodo. Quanto agli intavolati ed ai tramezzi interni si potrà ricorrere ad un sistema analogo a quello che abbiamo descritto o ad altro qualsiasi. Non entreremo in maggiori particolari, non avendosi la intenzione di dare un compiuto trattato delle costruzioni dei muri di metallo, ma soltanto d' indicare i principii generali che spetta all' ingegnere od all' architetto, modificare opportunamente secondo i casi speciali. Si è già detto il costo di 20 franchi al metro quadrato essere un termine medio da potersi variare secondo il grado di solidità che si vuole; per le costruzioni molto leggere e destinate a dare soltanto un riparo potrebbesi facilmente ridurre alla metà, potendosi invece ottenere costruzioni molto solide con l' aumento del peso.

Le fig. 18, 19 e 20 presentano alcuni esempii di edifizii metallici composti dietro i principii sopraindicati. La fig. 18 è una semplice garetta o casotto, formata di quattro elementi ad uso delle guardie per le strade ferrate, e potrebbe servire anche alle sentinelle, ai guardiani dei boschi ed a tutti quegli usi nei quali occorre soltanto un luogo da ripararsi; in questo caso la costruzione più leggera è anche la più opportuna. La fig. 19 è una piccola casa composta di otto elementi, tre per cadauna faccia ed uno per ciascuna testa. In queste dimensioni conterrebbe una sala d' ingresso, guernita di un uscio e di una

finestra, ed una stanzuccia attinente abbastanza grande per mettervi un letto; potrebbe servire di casa ad uno dei guardiani delle strade ferrate. Aggiugnendo un altro elemento a ciascona testa, questa casa verrebbe ad avere doppia profondità, e diverrebbe capace di elloggiare, oltre alla guardia, anche la sua famiglia. La fig. 20 finalmente è uo magazzioo che si può prolnngare quanto si vuole aggiugnendovi quel onmero di porte che si reputa necessario; riceve la luce da fioestre rotonde che stanno invece dei rosoni nella parte superiore dalle piastre.

Non crediamo necessario dare esempi di case più grandi ed a varii piani; essendo facile comprendere il modo di costruirle diatro le spiegazioni date più sopra: è da osservarsi soltanto che gioverà dare alquanto maggiore solidità agli elementi impiegati nel pianterreno che a quelli onde si compongono i piani superiori.

Intorno a questo sistema di costruzioni metalliche proposto dal Delaveleye gioverà ricordare quanto si disse all' articolo Coperture in questo Supplemeoto (Tomo VI, pag. 100) soll' uso dei lamierini di ferro scaonlati per farne tatti ed anche muri. Quella rigidezza che col metodo di Delaveleye ottiensi mediante una intelaiatura con vari pezzi di ferro battuto, spranghe e viti, oggetti tutti di non lieve costo, potrebbesi avere qoasi sempre con iscanalature opportunamente dirette dei lamierini, sicchè bastasse in allora introdur gli orli di questi io canali praticati oei fianchi diritti di ghisa disposti ad opportune distanze. Si è veduto oell' articolo sopraccitato quanta resistenza a piegarsi acquisti il lamierino mediante tali scanalature, e riteniamo perciò fermamente che l' uso di qoeste riuscirebbe assai economico nelle costruzioni. Nello stesso articolo si è indicato, come prudente consiglio di munire sempre di parafolmini le case coperte con tetti metallici. Questa avvertenza potrebbe forse estendersi eziandio alle case di metallo; se non che, beo riflettendo, la stessa natura molto conduttrice delle pareti loro potrebbe in tal caso dare anzi on motivo di sicurezza maggiore ahe oelle case comoni, mentre le pareti medesime farabbero l' offizio di parafulmini, cooducendo il flnido a disperdersi nel sarbatoio dal snolo, senza danno pertanto di qnelli che abitassero tali case quand' anche venissero questa colpite dalla folgore.

Oltre alle costruzioni interamente metalliche Delavelaye fa giustamante riflettere potersi con graode vantaggio io moltissimi casi sostituire la ghisa anche nagli edificii comuni alle pietre onde si fanno i davanzali, gli stipiti e gli architravi delle finestre, i pilastri a la fascia onde si adornano le facciate, parti spesso lavorate di scultura, che possooo essere danneggiate dal gelo se le pietra sono di cattiva qualità o dai colpi od altro all' esterno se gli ornamenti sono delicati. Facendo qoeste parti stesse di ghisa e cave, riuscirebbero meno pesanti, più solide e di costo pressochè nguale, ed anzi minore, se gli ornamenti sono in gran numero e si ripetooo, poteodosi farli tutti coo un medesimo stampo. Adoperando la ghisa per le incorniciature di porte e finestra, si potranno altresì adoperare ritti di ghisa e traverse incassate nelle murature che consolidando il tutto permetteranno l' uso di muri meno grossi. Essendo poi la ghisa suscettibile di ricevera le forme più svariate con la fusione, ed avendo una resistenza infinitamente più grande di quella dei materiali impiegati ordinariamente, è facile prevedera che in quelle costruzioni, dove se la impiegasse esclusivamente o no, potrabbesi giugnere ad una leggerezza di forme e ad una abbondanza di decora-

zioni che permetterebbero di superare quanto vi ha di più ricco nell' architettura gotica.

Considerate le diverse maniere di costruzione dei muri che ci parvero più importanti a notarsi aggiugneremo qui riunite alcune essenziali avvertenze che devono generalmente servire di norma agli architetti per eseguire con buon metodo e con felice successo qualunque sorta di murali costruzioni, tranne quelle di metallo, le quali, per la particolar condizione dei materiali, dalle altre tutte distinguonsi.

1.° Generalmente le stagioni opportune per l' esecuzione de' lavori murali sono le temperate. Nell' inverno le pietre e le malte pregne d' umidità, potendo essere assalite dal gelo, sono in pericolo le prime di fendersi e di sfaldarsi, le seconde di scapitare nella consistenza e nella tenacità. Nell' estate l' eccessivo calore disecca troppo rapidamente le malte, il che nuoce alla riuscita di esse, dimostrandolo la friabilità delle malte in quei muri che o sono stati fabbricati nel colmo dell' estate ovvero vennero costruiti senza bagnare le pietre ed i mattoni. Le esperienze istituite dal Vicat hanno dato a conoscere che per un asciugamento troppo accelerato le mal te possono giugnere a perdere per fino a otto decimi di quella resistenza rispettiva che sarebbero capaci d' acquistare asciugandosi lentamente nelle parti basse e nascoste di qualche edifizio. Le stagioni invernale ed estiva sono pure contrarie alla economia de' lavori murali, poichè il gran caldo estenua la forza dell' uomo e lo fa più lento a qualsivoglia lavoro, e nei tempi rigidi, oltre che il freddo eccessivo avvilisce i lavoranti, avviene ancora che l' umidità ed il gelo rendono incomodo il maneggio de' materiali e pericoloso l'aggirarsi sulle scale e sui ponti di servizio, le quali queste difficoltà debbono necessariamente rallentare il progresso delle operazioni. Si potrà bensì l' estate o l' inverno eseguire qualsivoglia lavoro murale in luoghi chiusi e coperti, dove i danni e gl' incomodi delle stagioni si fanno poco o nulla sentire. Ma sempre che abbiasi a fabbricare a cielo scoperto, conviene cogliere le stagioni di primavera e d' autunno, sebbene in alcuni climi la temperatura dell' inverno sia ordinariamente così dolce da non impedire la fabbricazione e non offendere per conto alcuno la buona riuscita dei muri.

2.° Talvolta imperiosi motivi costringono ad intraprendere od a continuare la fabbrica dei muri, malgrado le contrarietà delle stagioni. Allora è duopo non trascurare alcune opportune cautele per isfuggirne, od almeno minorarne, i perniciosi effetti. Gioverà in estate di mantenere fresco il muramento, facendolo spesso innaffiare nel corso della giornata. Nell' inverno sarà utile coprire ogni sera il lavoro con paglia o strame, per impedire l' accesso alle brine e alle notturne gelate.

3.° Replicheremo qui l' avviso di nettare e di bagnare la superficie, sulla quale, dopo qualche interruzione, dee continuarsi il muramento. Tende la prima operazione ad allontanare quelle materie terree che, unendosi alle malte, ne potrebbero indebolire l' efficacia, e che potrebbero favorire lo sviluppo dei semi di caprifichi o di altri arbusti, i quali, allignando nelle commessure de' muri, non di rado vi producono incredibili guasti con la forza espansiva delle loro radici. L' innaffiamento ha per iscopo di promuovere la presa della malta e l' unione del nuovo muro con quello che precedentemente era stato fatto.

4.° Ripeteremo ancora l' importante avvertimento di regolare la costruzione de' muri in modo che l' elevamento di

essi succeda non più velocemente in una che in un' altra, ma uniformemente in ogni parte, acciocchè il calo che proviene dal costipamento delle malte e dall' assettamento delle pietre sia gradatamente contemporaneo ed equabile, nè per le sue irregolarità abbia ad originare viziose disgiunzioni nelle masse murali. Per lo stesso motivo s' inculca di non frammischiare alla rinfusa in un medesimo filare o in un medesimo strato orizzontale pietre di varia gravità specifica, affinchè non avesse ad occorrere il caso che le più pesanti si accumulassero le une sulle altre in maggior copia in una che in un' altra parte, e diverso rendendosi il peso comprimente sulle masse inferiori, irregolare pure si rendesse il costipamento delle malte, e l' assettamento del muro. Ciascun corso o strato orizzontale dovrà essere tutto composto di pietre della stessa specie; e quelle di diversa qualità si dovranno tenere a parte, per impiegarle, sempre con la stessa cautela, nella costruzione di altri corsi o strati orizzontali.

5.° Prima di por mano alla costruzione de' muri si lascino riposare i fondamenti, finchè possa giudicarsi che siensi compiutamente assettati. Negli edifizi di molta altezza non si facciano seguitamente crescere i muri dal fondamento fino alla cima, acciocchè le masse inferiori non abbiano a trovarsi eggravate da un carico eccessivo prima che le malte siensi assodate, ed abbiano acquistato forza sufficiente per resistere a così gagliarda pressione. Perciò di tanto in tanto si lascierà sospeso il lavoro per qualche giorno, a fine di dar tempo con ciò al muramento fatto di assettarsi ed alle malte di pigliere lene. Negl' intervalli di queste interruzioni non si ommetta di coprire le sommità de' muri di strame o di paglia, per sottrarli alla sferza del sole e del vento che ne eccelerebbero troppo l' essiccazione con pregiudizio della solidità. Una costruzione troppo affrettata, senza le suggerite periodiche pause, non sarebbe meraviglia che occasionesse pronti risentimenti nelle parti inferiori de' muri, le quali fino dal nascere, per così dire, della fabbrica ne compromettessero la stabilità e la durevolezza.

6.° Vuolsi usare la più scrupolosa diligenza affinchè i corsi delle pietre sieno in une perfetta orizzontalità, e le facce e gli spigoli dei muri riescano rigorosamente verticali o, come dicesi comunemente, *a piombo*. L' importanza di queste condizioni per la regolarità delle struttura e per la stabilità dei muri si deduce da semplicissime considerazioni geometriche e meccaniche, così ovvie che sarebbe superfino di rammentarle. Pel conseguimento delle condizioni medesime i più idioti artefici sanno valersi del piombino e dell'archipenzolo, col soccorso dei quali tirano due fili orizzontali nei piani delle fronti del muro secondo i segni della pianta segnata sul terreno, e vanno poi trasportandoli in alto di mano in mano che il muro si viene innalzando, per la giunta di un nuovo filare, accomodando in ciaschedun corso le pietre o i mattoni in corrispondenza alle direzioni di questi fili. Facilmente si scorge come, per mezzo di altri fili inclinati, si possa ottenere il regolare assottigliamento de' muri a scarpa.

7.° Quando un muro nuovo dee essere costruito a fianco d' uno vecchio ed in continuazione di questo, affinchè le due masse s' uniscano saldamente, è necessario d' intagliare il vecchio in guisa che presenti all' attaccatura del nuovo una serie di denti ed incavi alterneti, che in pratica chiamansi *morse*, pel che il muro che si costruisce e quello preesistente si afferrino e si stringano vicendevolmente: e quando l' alternazione dei denti e degli incavi sussista tanto nel senso dell' altezza

quanto in quello della grossezza del muro; è evidente che il vincolo delle masse sarà tale che l' una di esse non potrà muoversi per nessun verso indipendentemente dall' altra, e quindi si sosterranno a vicenda come se fossero contemporaneamente costruite. Importa eziandio moltissimo procurare che, battendo a riprese il muro che si va costruendo, e dandogli frequenti riposi, il costipamento delle malte e l' assettamento delle pietre si esauriscano nell' atto della costruzione; poichè ogni cedimento che avvenisse di poi nel muro nuovo, quando fosse finito, non venendo secondato dal vecchio, cui è congiunto, non potrebbe a meno di produrre qua e là fenditure e distacchi, e scatenando così le masse, indurrebbe nel sistema un principio d' instabilità e di dissoluzione.

Oltre che per la diversa natura dei materiali e pel vario modo come sono formati, differiscono i muri altresì pegli usi differenti cui si destinano nei diversi rami ed occorrenze dell' arte di fabbricare, ed anche sotto questo aspetto si possono disporre in una certa classificazione. Alcuni riducono questa a tre sorta di muri, distinguendoli come segue:

1.° Muri, o masse di resistenza, alcuni dei quali sono principali altri ausiliarii, e sono destinati a resistere alla spinta od alla pressione d' altre masse adiacenti o sovrapposte.

2.° Muri di concatenazione, i quali legano insieme i muri di resistenza, e li mettono in caso di prestarsi mutuo soccorso.

3.° Muri completivi, che servono semplicemente alla forma, od alla distribuzione dell' edifizio.

Molte volte accade che uno stesso muro adempie a diversi uffizii, ed appartiene per conseguenza nel tempo stesso ad una e ad un' altra delle stabilite classi. Così, per esempio, i muri divisorii, in qualunque fabbrica, vanno compresi nella terza classe, poichè servono all' interna distribuzione dell' area, e degli ambienti; ma appartengono altresì alla classe seconda, mentre rendendo concatenati i muri principali, chiamati anche *muri maestri*, fanno sì che questi vicendevolmente si diano aiuto per restare fermi nella loro posizioni.

Perciò sembra cosa più ragionevole distinguere le varie specie di muri secondo l' oggetto al quale destinansi, come si è fatto nel Dizionario. Prendendo qui pertanto a considerare le più notabili avvertenze relative al modo di costruzione dei muri, secondo la specialità dell' uso cui devono servire, parleremo separatamente dei muri di cinta, di quelli delle fondamenta, di facciata, di fianco e di tramezzo delle case, non che dei muri divisorii, dei pavimenti e dei muri circolari che occorrono in alcuni edifizii.

Muri di cinta. Questa specie di muri è quella più semplice, in quanto a che non hanno a portare che il proprio loro peso; essendo tuttavia isolati, nè sostenuti da verun' altra costruzione che sia loro di puntello, richiedono talvolta precauzioni maggiori che non potrebbe credersi a primo aspetto.

Nel caso in cui questi muri sieno divisorii, cioè posti di mezzo tra il confine di due proprietà, l' altezza che loro dee darsi, e talvolta altresì la grossezza, ne è fissata da leggi speciali; negli altri casi si fissa a volontà la loro altezza, secondo le circostanze particolari del luogo e lo scopo che si propone chi li fa costruire.

Nei paesi dove rinvengonsi terre atte alla fabbricazione di muri formacei, dove si ha l' abitudine di questo genere di costruzione e dove non possano aversi con facilità ed a buon prezzo altri materiali, si può applicare quel sistema ai muri di cinta

cominciandoli però ad una certa altezza al di sopra del suolo, come sarebbe, per esempio, di circa un metro, facendovi un imbasamento di quell'altezza con materiali capaci di resistere alla umidità, come macigni, mattoni ben cotti e simili. Giova intonacare di malta le facce di questi muri, e principalmente quelle esposte alla pioggia, ed è poi indispensabile coprirli per modo da impedir che vi penetri l'acqua della pioggia.

Assai più forti e migliori riescono questi muri, facendoli invece con ciottoli e malta, a quella maniera che venne detto adoperarsi sovente nei paesi pedemontani. È specialmente pei muri di cinta, come già altrove accennossi, che tornano utili i metodi di costruzione con pietrame, ciottoli od anche mattoni a secco od impastati con terra semplicemente. Spesse volte legansi eziandio questi muri, e massime quelli costruiti di pietre minute, con morse di pietra stabilite a distanza di tre a quattro metri, giovando poi sempre un intonaco di malta all'esterno.

La grossezza da darsi a questi muri dipende dalla natura e grandezza dei varii materiali, nonchè dall'altezza e lunghezza dei muri, come si vedrà meglio più innanzi, là dove parleremo in generale delle condizioni necessarie per la stabilità dei muri. Qui diremo soltanto essere la grossezza ordinaria di un mezzo metro e talvolta anche più; farsi spesso leggermente scarpata ciascuna faccia di questi muri, in guisa da scemarne progressivamente la grossezza a misura che vanno innalzandosi. Talvolta sostenersi questi muri con pilastri disposti a conveniente distanza, che risaltano da un lato od anche da tutti e due, e sono talvolta diritti, tal' altra fatti a scarpa ancor essi.

I muri di cinta di una qualche importanza si fanno di mattoni uniti con malta, ed anche vi si stabiliscono di tratto in tratto morse di pietra che leghino insieme varie parti del muro. Talvolta ancora vi si fa un basamento di uno o più strati di pietra viva. In questi casi la maggiore stabilità che risulta dal modo di costruzione fa che si possa diminuire sensibilmente la grossezza di questi muri.

L'esempio più colossale di costruzioni di questa fatta di muri è quello che cinge nulla meno che il grande impero della Cina. Venne questa muraglia fabbricata sono ormai più di 2200 anni, ed in proporzione di tanta antichità può ancora dirsi ben conservata. La coltura e l'assoggettamento de' popoli che hanno stanza al settentrione oltre a quella muraglia, menomano è vero di molto la sua importanza, e certamente ora difficile sarebbe che resister potesse a quei feroci assalti cui seppe far fronte nei passati secoli, nei quali lo stesso Gengiskan non potè penetrare nella Cina, se non dopo avere distrutta una parte della muraglia. Dee ora riguardarsi piuttosto come una difesa delle truppe che custodiscono la frontiera, che come un baluardo dell'impero. Ammiano Marcellino parla già di questa muraglia come cosa degna di ammirazione. Nella sua prima origine era formata di quarantasei castelli, che l'imperatore Uhinyam, 248 anni prima di Gesù Cristo, eresse sulle sponde dell'Hoangho per resistere alle invasioni dei popoli che abitavano le montagne del settentrione. Nello stato in cui attualmente si trova, incomincia nella parte occidentale della Cina nel fiume Etzine, alla città di Satscheu, va verso l'oriente per 150 miglia geografiche in una linea passabilmente diritta, attraversando valli e monti, indi prosegue fino all'Oceano orientale, descrivendo molte curve ed interrotta dagli accidenti locali. Seguendo questa linea passa la muraglia sopra creste di montagne alte più di 1000 piedi, e, secondo quanto molti asseriscono, passa pure sopra una montagna alta 5000

piedi; passa pure a traverso dell' Hoango e di molti altri piccoli fiumi. Tutta la sua lunghezza vuolsi eccedere le 290 miglia geografiche, e, sebbene in alcuni luoghi sia in istato rovinoso, nei punti più importanti la linea è coperta da duplici e triplici fortificazioni. Nei luoghi abitati, ed ove truvansi grandi porte, vi sono di distanza in distanza torri guardate da guarnigioni e composte di 4000, e secondo alcuni anche più famiglie mogolle. La provincia di Leaotong situata al di là della muraglia è difesa da una quantità di terrapieni e di palizzate. Il fondamentu della muraglia come delle torri è tutto di granito; il muro è alto 20 piedi; al basso è largo 25 piedi, alla sommità 5, ed è tutto di durissimi mattoni.

Muri di fondamenta. Delle avvertenze particolari relative a questa specie di muri venne parlato, ed all'articolo FONDAMENTA del Dizionario (T. VI, pag. 137), ed a quello EDIFICAMENTO nella presente appendice di esso (T. VII, pag. 204) e molto estesamente poi all'articolo FONDAMENTO nell'appendice medesima (T. IX, pag. 166), pel che dobbiamo limiterci e rimandare a quei luoghi i lettori.

Muri di facciata. Gli edifizii, essendo per lo più di forma presso a poco rettangolare, sogliono avere due facce principali, l'una anteriore, posteriore l'altra.

Allorquando gli edifizii sono isolati anche gli altri due muri possono considerarsi come muri di facciata; ma quando gli edifizii aderiscono ad altre costruzioni, questi muri di fianco sono allora semplicemente tramezzi; finalmente allorquando si trovano nella linea che separa due proprietà contigue, divengono muri divisorii, ed anche comuni, se vennero costruiti a spese di tutti e due i proprietarii vicini, nel qual caso la legge stabilisce per essi alcune discipline particolari. I muri di facciata od esterni hanno sempre a sostenere una parte più o meno grande del carico delle interne costruzioni, come solai, tetto e simili; ma possono in peri tempo essere legati dai muri di tramezzo o dagli stessi solai. La importanza loro, e quindi anche i metodi di costruzione, variano secondo la qualità degli edifizii ai quali sono destinati, e perciò considereremo separatamente alcune specie di essi.

Le case rurali, od altre simili casucce, non avendo, per esempio, alcuna pretesa di eleganza e soltanto uno o due piani al di sopra del pian terreno, anche i loro muri di facciata non vengono ad avere mai grande altezza, e si adattano a qualsiasi modo di costruzione comune.

I muri formacei possono convenire alla costruzione di un edifizio di questo genere, e nei paesi dove è in uso si fanno intere case a quel modo, stabilendone soltanto l'imbasamento con muro di pietra viva, di pietrame o di ciottoli. Spesso tuttavia stabilisconsi di pietra gli angoli estremi dell'edifizio, non che gli architravi degli uscii e delle finestre.

Pochi sono i paesi tuttavia che non presentino per le custruzione di siffatti muri, ciottoli, pietre, mattoni od altri materiali di simil fatta. Nelle costruzioni meno importanti si fanno con questi materiali, scelti accuratamente, così per le dimensioni che per la forma o qualità soltanto gli angoli alle estremità delle varie facce dei muri o i punti dove si uniscono questi coi muri di tramezzo, nonchè i lati delle varie aperture per uscii o finestre, unendo questi materiali con malta o con gesso. In questi casi spesso riempionsi gli spazii intermedii con materiali d' inferior qualità, uniti per lo più semplicemente con cemento di terra; le facce interna ed esterna si coprono con un intonaco di malta o di gesso, od anche con una semplice rinzaffatura, la quale assicura la durata dei materiali e dà all'insieme della costruzione un'apparenza uniforme.

Nelle costruzioni di qualche maggiore importanza riempionsi talvolta i vani di materiali scelti con ugual cura che per le altre parti, ma uniti soltanto con cemento di terra; mentre invece gli angoli, i contorni delle finestre e simili sono legati con malta o gesso.

Vengono appresso le costruzioni dello stesso genere, ma di ordine ancor superiore, tutte le cui parti indistintamente sono costruite di pietre o di altri materiali di simile natura e della stessa qualità e dimensione, tutti legati con malta o gesso.

Talvolta finalmente i cantoni, i contorni delle aperture di finestre o simili ed altri punti di sostegno principali si fanno con materiali di maggiori dimensioni, o con pietra da taglio lavorate con più o meno cura e regolarità, facendosi i riempimenti con pietrame di conveniente grossezza, il tutto posto in opera con malta o gesso.

Adoperansi spesso altresì in questa sorta di costruzioni i laterizii facendole interamente con essi, o con morse di pietra viva e contorni delle finestre parimente di pietra. Quando i laterizii sieno di buona qualità danno ottimi risultamenti, e quando sieno cotti abbastanza per resistere alla pioggia si può fare a meno di intonacare questi muri, condizione alla quale si può giugnere facilmente, avvertendo di collocare all' esterno i mattoni più cotti, e riserbando gli altri par l'interno dei muri. Le aperture degli usci e delle finestre si guerniscono sul contorno con intelaiature di legno o di pietra, e talvolta ancora la parte superiore di esse si stabilisce ad arco di circolo, a tutto sesto, o ad arco più o meno schiacciato, facendosi anche talvolta questo arco di pietra viva, la quale costruzione è bensì più costosa, ma senza confronto più solida e più durevole. La spianatura e l' intonaco dei muri di siffatte costruzioni si fanno ordinariamente nel modo più semplice e senza decorazioni di specie alcuna. Per lo più le facciate non hanno alcuna cornice, facendosi solo in alto alquanto sagliente il tetto per tener riparato il muro, quanto è possibile, dalle intemperie.

Nelle case cittadinesche invece in generale i muri di facciata hanno quasi sempre un' altezza notevole, interessando di approfittare dello spazio che si possede, costruendovi sopra il maggior numero di piani possibile. La costruzione pertanto dei muri di questa fatta esige particolare attenzione, e per la loro altezza considerevole e pel forte carico che possono avere a sostenere.

Rimettendo anche per questo caso a più innanzi lo esaminare dietro quali regole se ne abbia a fissar la grossezza, qui diremo soltanto non essere questa in generale quasi mai minore di mezzo metro, e più forte al basso, scemando inseosibilmente mano a mano che si alzano, formando una scarpa all' esterno, la faccia interna invece essendo stabilita a piombo in maniera da meglio resistere agli sforzi delle interne costruzioni.

I punti di appoggio del pian terreno essendo sempre a qualche distanza, e spesso ancora non molto grossi, a motivo della grande larghezza che si dà alle aperture delle botteghe o delle porte da carri, si fanno quasi sempre con piatre di una sufficiente durezza. Questi punti di appoggio devono collocarsi, quanto è possibile, a piombo sotto agli spazii che rimangono nei piani superiori fra finestra e finestra e in mezzo ad essi. Quasi sempre formano le teste dei muri di tramezzo, ma talvolta altresì sono semplici pilastri isolati.

Talvolta questi varii punti di appoggio ricevono le cime di archi a tutto sesto od altri, che sostengono le parti sovrapposte del muro; ma questa maniera di costru-

zione è sempre alquanto dispendiosa, essendo pressochè indispensabile nella maggior parte dei casi, attesa la grande larghezza dell'apertura, di fare questi archi di pietra, e di ricorrere a mezzi ugualmente costosi per opporsi alla spinta di essi. Questa disposizione è inoltre meno opportuna e meno comoda per formare le aperture delle botteghe.

Suolsi pertanto impiegare ordinariamente di preferenza un mezzo, certo meno solido e durevole, ma più comodo e meno dispendioso, quello cioè della ossatura di legname. Queste ossature non vanno in vero scevre d'inconvenienti per la mancanza di omogeneità nella costruzione, e pel pericolo che può avervi nello stabilire parti, così importanti di legno, di una materia, cioè, che può marcire anche senza darne indizio esternamente per essere chiusa nella costruzione, e che inoltre può essere facilmente distrutta dal fuoco. Tuttavia si veggono molte di tali ossature in costruzioni più o meno antiche che si conservano sane perfettamente. Devono queste farsi con legno di quercia ben secco, tagliato in due, poi riunito, a quella maniera che si disse parlando dei muri misti di mattone e legname (pag. 150).

Quando la lunghezza dei pezzi di una di queste ossature non è molto grande, quelli che formano gli architravi non abbracciano che il vano di una finestra, e due parti degli spazii fra le finestre; e, per lo più, il vano trovasi alla metà di un pezzo di legname che forma l'architrave, locchè è conforme alle leggi della buona costruzione. In tal caso la forza dell'architrave è sufficiente d'ordinario a sostenere senza eccessiva fatica e senza che siavi bisogno di alcun sostegno intermedio. Quando per altro la distanza dei punti d'appoggio è assai grande, accade bene spesso che il trave abbracci due finestre ed uno spazio intermedio che in tal caso risulta nel mezzo di quello spazio. Allora poggia veramente in falso, ed è necessario rimediarvi mediante alcuni sostegni intermedii.

Allorquando le varie aperture di una facciata sono in tal guisa formate con travi, queste sovente ne occupano tutta la lunghezza, la commettitura che ne unisce due di contigui ponendosi ordinariamente a piombo sul mezzo dei pilastri che ricevono le loro cime, e nell'asse stesso del muro. Allora mettesi in questo asse ed a livello della faccia superiore del trave una spranga o catena di ferro, alla cui cima, che risalta all'esterno del muro, avvi un occhio in cui mettesi una chiave, la cui parte superiore è diritta, e quella inferiore biforcata per tenere le due parti del trave. Talvolta l'occhio della catena e la chiave che vi si infila mettonsi nel mezzo alla grossezza del muro, in guisa che abbraccino uno soltanto dei pezzi del trave; ma allora la chiave si estende tanto verso al basso che verso l'alto, attraversando uno o due degli strati di pietra che formano il pilastro od il muro.

Da qualche tempo, in alcune case di una certa importanza, per procurarsi aperture di ampia estensione, fecesi un importante miglioramento al sistema degli architravi che molto aggiugne alla solidità, ma riesce sempre molto costoso. Consiste nel porre sulle facce interna ed esterna due spranghe di ferro collegate con staffe fra loro, e con le altre armature delle costruzioni interne.

Esamineremo adesso quali sieno i mezzi più comunemente adoperati per la costruzione di questi muri di facciata al di sopra del pian terreno.

Nelle case più comuni questa costruzione si fa quasi interamente di pietre tenere unite con malta o con gesso, ed allorchè questa costruzione si faccia con buoni materiali e si eseguisca a dovere,

procura molta solidità e lunga durata. Talvolta si aggiungono alle cime od ai luoghi ove sono muri di tramezzo morse di pietra viva in tutta l' altezza od in una porzione di essa soltanto.

Al basso delle aperture delle finestre mettonsi davanzali di pietra, e solitamente stabilisconsi a livello di questi davanzali fasce liscie e talvolta anche ornate, o mediante strati continui di pietra, che hanno il vantaggio di formare di tratto in tratto sull' altezza una serie di legamenti giovevoli alla solidità, od unicamente col mezzo di pietre tenere saglienti che poscia ricopronsi di stucco o di gesso. Questi ultimi risalti però sono esposti ad essere distrutti più o meno prontamente dalle acque. In questa sorta di costruzioni le aperture delle finestre sono rettangolari alla parte superiore e sogliono stabilirsi con ossature di legno.

Le facciate costruite in tal modo di pietre tenere in tutto od in parte sono solitamente coperte o rinzaffate con intonachi di malta o di gesso, liscii od ornati più o meno. Finalmente terminasi la parte superiore del muro con una cornice od intavolatura, il cui risalto totale è per lo più quasi uguale alla grossezza del muro. La miglior maniera di stabilire questa cornice è di farla di pietra di uno o due strati, secondo la sua importanza; talvolta si costruisce con grandi pietre tenere, larghe e piatte, principalmente quando il risalto non sia molto grande; finalmente talvolta si fa di pietre tenere soltanto la parte inferiore della cornice, eseguendo la parte superiore mediante uno strato di pietre da taglio. Altre volte, secondo le circostanze dei luoghi, si sostituiscono la pietra molare, i mattoni od altri materiali più o meno analoghi per la costruzione delle parti principali del muro od anche per la totalità di esso.

Nelle case di maggiore levata i muri delle facciate si fanno talvolta interamente di pietre da taglio, non impiegandosi la pietra più dura che nel pian terreno, e facendosi il resto con pietra tenera. Spesso questi muri di facciata si eseguiscono senza ornamento di sorta alcuna; talvolta invece cingonsi di bassi rilievi le aperture delle finestre. Assai di raro si dà un apparecchio regolare alle pietre di questi muri per la lunghezza e l' altezza dei vari strati, atteso il grande consumo di pietre, e la ingente spesa che ne verrebbero. Talvolta tuttavia osservasi questa regolarità di apparecchio più o meno rigorosamente, e talvolta eziandio imitasi questo apparecchio facendolo servire qual mezzo di decorazione, con solchi scavati più o meno profondamente.

Ci rimane a far qualche parola sui muri di facciata delle case d' ordine ancora più elevato, come sarebbero, per esempio, quelle di un ricco privato. Per lo più il muro di queste non ha così grande altezza come in quelle onde abbiamo parlato, e le aperture che vi si fanno sono ordinariamente meno vicine, facendosi i piani più alti ed i locali interni più grandi.

Possono farsi del resto coi varii modi di costruzione dianzi indicati, ma adoperati per solito con maggior diligenza e con più ornamenti all' esterno. La principale differenza che vi si può osservare è quella che il pian terreno ha più di raro aperture di botteghe, e che quindi, invece di punti di appoggio più o meno scarsi, tiene muri stabiliti sopra uno zoccolo formato di uno o più strati di pietra dura e costruiti anch' essi di pietra tenera. Per lo stesso motivo le aperture, che possono trovarsi a questo pian terreno, non sono più formate da travi o correnti di legno, ma con archi o pezzi di pietra o per lo meno di mattoni; lo stesso è bene spesso delle finestre dei vari piani.

Muri di fianco. Secondo che una casa

è o nn isolata questi muri appartengono, come già dicemmo, alla classe di quelli di facciata o dei muri di tramezzo, e nel primo di qnesti casi presentano le stesse circostanze di quelli. Allorquando per altro questi muri si trovano sulla lioea che separa due proprietà, divengono allora mori divisorii ed anche comuni, se vennero costruiti a spese di due proprietarii vicini, e possono diventare comuni, sotto certe condizioni, anche se venoero costruiti a spese di uno dei proprietarii soltanto.

Quanto alla loro costruzione basterà il dire che dee farsi con buoni materiali e con accuratezza, ma senza superfluità alcuna, neppure in riguardo alla solidità, e che nel caso io cui la primitiva costruzione succedesse a spese comuni uoo dei proprietarii avrebbe diritto di opporsi a qualunque superfluità di tal genere che l'altro volesse introdurvi, o per lo meno di negare di avere riguardo a qnesta superfluità nella stima della spesa da pagarsi in comune. Lo stesso sarebbe nel caso in cui la costruzione primitiva si fosse fatta a spese e per cura di un solo di qoesti proprietarii, e che l' altro volesse esercitare il diritto di acquistarne la proprietà in comune.

Dietro a ciò la costruzione di nn muro divisorio o suscettibile di divenir tale, si fa nel modo più economico secondo i luoghi. Se nno dei proprietarii vuol appoggiare in un punto qualunque del muro una trave che sostenga nna parte dei solai, a che, a questo fine o per qualsiasi altro motivo, nccorra stabilire ivi una catena di pietra, l' eccesso del prezzo che ne risulta sul valore della muratura comune, da quel solo proprietario dee essere sostenuto.

Muri di tramezzo. A primo aspetto parrebbe che qnesti mnri, i quali servono a stabilire le interne divisioni degli edifizii, avessero a sostenere un carico maggiore di quello dei muri di facciata e di fianco, attesochè possono essere caricati su ambe le facce; se non che l' uno di questi carichi premendo in senso opposto dell'altro vi serve, a così dire, di puntello.

Molto di raro i muri di tramezzo costruisconsi tutti di pietra, eccetto che negli edifizii di assai grande importanza: tuttavia talvolta anche nelle costrozioni di un grado non tanto elevato si fa di pietra tutto il pian terreno, specialmente al diritto dei passaggi che vanoo alla porta dei carri, dei vestiboli e di altre simili parti delle case. Per lo più invece si fa solo una o più strati con pietra da taglio per non avere ad applicare gl' intonachi fino a livello del suolo, ove facilmente verrebbero distrutti dalla umidità, dai colpi o simili. Se i solai sono sostenuti da travi che poggino su questi muri di tramezzo mettonsi al di sotto di essi catene di pietra dura a strati corti e larghi. Spesso ancora si fanno di pietra viva i contorni delle porte, finestre od altro.

I muri di tramezzo possono innalzarsi fino al tetto, e servire quindi a sostenerlo con travi che vadano da un muro di tramezzo od nn altro o a mnri di facciata o di fianco, n ad ossature di legname. Del resto il corpo dei mnri di tramezzo si fa per lo più di mattoni uniti con malta o gesso e intonacati ugualmente in ambe le facce. Dove il gesso è molto comune e la calce lo è meno, il primo conviene perfettamente a rinzaffare qnesta specie di mnri non esposti in verun modo alle piogge nè alla umidità. Per lo più l' intonaco di qnesti muri, in qnalunque guisa sieno costruiti, si fa senza ornamenti di sorte alcuna, riservandosi di praticarvi poi quelli che potessero occorrere facendoli di stucco, di legno, od altro, come sono le incorniciature che uniscono talvolta questi muri al soffitto o simili.

Muri divisorii. Quali particolari avvertenze richiedansi per questi muri, i quali hanno per essenziale carattere di dividere una dall'altre due proprietà, si disse a questa stessa parola nel Dizionario (Tomo IX, pag. 38) ed altresì nel presente articolo parlando dei muri di fianco (pagina 166), i quali come ivi notossi sono spesso eppunto muri divisorii; perciò a que' luoghi dobbiamo rimandare i lettori.

Pavimenti. Non appartiene la costruzione di questi che indirettamente a quella dei muri, e forma inoltre l'oggetto di un articolo speciale, sicchè qui sarebbe inutile ripetere ciò che ivi avrà e dirsi.

Muri circolari. In generale i muri sono quasi sempre stabiliti in linea retta; tuttavia in alcune costruzioni di un genere particolare, per motivo di utilità o per alcune disposizioni architettoniche, i muri devono costruirsi su linee che formino un circolo od una porzione di circolo. A motivo del minore sviluppo che presenta ad uguale superficie la circonferenza di un circolo in confronto al perimetro di un recinto rettangolare, sembrerebbe avervi ad essere economie nell'uso dei muri circolari. Ma da altra parte questa specie di muri sogliono riuscire più costosi quanto alla esecuzione propriamente detta, e cagionano poi perdite più o meno considerevoli di materiali, i quali veri discapiti aggnagliano, ed anzi per lo più superano, i vantaggi che può procurare l'uso di questa forma pel maggior spazio e volume che può chiudere una data estensione di muro.

Queste cause di aumento di spesa sono in particolar modo notevoli allorquando questi muri vengono eseguiti di pietra, mentre in allora la necessità di far sì che le commettiture tendano al centro affinchè riescano perpendicolari alle superficie o rivestimenti dei muri, e la curvatura da darsi a questi rivestimenti medesimi cagionano, non solamente lavori più lunghi e più difficili a farsi, ma altresì grandi perdite di pietra. È facile vedere queste due cause di aumento del resto essere tanto maggiori quanto è minore il raggio del circolo da descriversi. Hanno meno importanza queste considerazioni quando i muri si fanno di pietrame o di opera incerta, imperocchè allora è meno indispensabile la tendenza al centro delle commettiture, ed inoltre è più facile ad ottenersi attesa la diversità di forma ed irregolarità dei materiali; ma le spese di esecuzione sarebbero sempre aumentate notevolmente per la impossibilità di guidarsi in questa esecuzione dietro linee tese dal capo di un muro all'altro. Anche le rinzaffature, intonachi od altro riescono più lunghi e costosi a farsi con questa specie di muri che coi muri diritti. Le difficoltà e le cause di aumento di spesa che potrebbe presentare la esecuzione di questi muri di mattoni avvicinansi a quelle che abbiamo indicate pei muri di pietra. Se però in tal caso si potessero far eseguire mattoni appositi per la costruzione di un muro circolare di un raggio dato, sarebbe facile adottare per questi mattoni una tal forma, per cui questa costruzione venisse a risultare poco più costosa di quelle comune ed assai facile. Si può del resto avvicinarsi grandemente alla forma circolare adottando quelle di un poligono che procura presso a poco gli stessi vantaggi con aumento di spesa molto minore. Costruendo, per esempio, un muro di ciuta di tal fatta potrebbesi porre a ciascun angolo una catena di pietre corte e larghe che legassero insieme i due lati adiacenti, facendosi questi di mattoni o di altri simili materiali.

Degli intonachi comuni dei muri venne abbastanza parlato nell'articolo Intonaco del Dizionario (T. VII, pag. 207) ed in quello Intonicare di questo Sup-

plemento (T. XV, pag. 270); così pure in quei medesimi articoli e negli altri IDROFUGO ed UMIDITÀ, s' indicarono quelli più opportuni a rendere i muri asciutti, come occorre, e per la loro maggiore durata e per la salubrità altresì delle abitazioni. Nell' articolo UMIDITÀ di questo Supplemento riferiremo i risultamenti degli studii e confronti fatti in tale proposito da Vaudoyer, che ottenne per essi dalla Società d' incoraggiamento di Parigi il premio stabilito di 2000 franchi.

Un argomento importantissimo che a considerare ci rimane, si è quello della stabilità dei muri. In generale di due specie sono le condizioni dalle quali questa dipende: le prime, che dir si possono *architettoniche*, concernono la materiale costruzione, e quindi tuttociò che appartiene alla scelta ed all' apparecchio dei materiali, che sono quelle cose appunto delle quali fin qui ci siamo occupati. Le seconde, che diremo *statiche*, hanno per iscopo la giusta determinazione delle forme e dimensioni dei muri a seconda dei vari offizii di resistenza che sono ad essi assegnati, affinchè le masse non abbiano ad essere smosse ed infrante dalle spinte che agiscono contro di esse. Ci faremo ora pertanto ad esaminare, come si abbiano opportunamente nei varii casi a determinare queste forme e dimensioni dei muri per giugnere allo scopo di renderli validi a mantenersi fermi ed illesi sotto l' azione di quelle forze che sono condannati a sostenere, senza che per ingrossarli eccessivamente si abbia ad incorrere in un superfluo dispendio e ad accrescere senza motivo le pressioni che esercitano sulle masse sottoposte. Considereremo da prima il caso di quei muri comuni verticali, i quali sono semplicemente destinati a sostenere la pressione verticale che deriva dal peso delle parti superiori sulle inferiori, aumentato non di rado da quello de' solai, delle vòlte e de' coperti, cui servono di sostegno. Soggiugneremo quindi varie interessanti osservazioni, dalle quali si potranno ricavare opportune norme per istabilire una giusta proporzione fra la somma delle aree occupate dalle basi di tutti i muri verticali di qualsivoglia civile edifizio, e l' area totale sulla quale si dee estendere. Passeremo di poi all' esame di quei muri contro i quali agisce qualche forza orizzontale, come sarebbe la spinta d'un terrapieno, ovvero quella dell' acqua. Finalmente verremo prescrivendo alcune regole essenziali intorno al modo di ben situare e distribuire a luogo nei muri quelle aperture chiamate dai pratici comunemente *vani*, le quali o sono indispensabili pel comodo, come le porte, le finestre, le canne dei cammini od altro; o appartengono semplicemente alla decorazione, come le nicchie o simili; ovvero anche non di rado si formano pel solo fine d' alleggerire alcune masse, ove ciò possa farsi senza pregiudizio della stabilità, per minorare l' azione del loro peso sulle altre cui sovrastano, o procurare una giudiziosa economia nella costruzione.

Denoteremo d' ora innanzi ordinariamente i muri verticali con la semplice denominazione di muri, chiamando muri rettangolari quelli che lateralmente sono terminati da facce verticali, e muri a scarpa quelli che hanno una o entrambe le facce laterali inclinate. La prima forma si assegna generalmente ai muri che non hanno a far contrasto a veruna spinta laterale e devono soltanto reggere il proprio peso, e talvolta anche quello d' altre masse o d' altre parti della fabbrica che agiscono verticalmente contro la resistenza di essi allo schiacciamento. La forma a scarpa frequentemente si adotta quando si tratta di muri contro i quali agisce qualche spinta laterale, essendo noto in meccanica come giovi in tal caso l' inclinazione del muro ad accre-

scerne il momento della resistenza, senza che se ne aumenti la massa.

Corrispondentemente all' ipotesi, bastevolmente giustificata dall' esperienza, che la resistenza de' solidi allo schiacciamento sia proporzionale all' area della base premuta, è chiaro che un muro rettangolare di struttura omogenea, gravato semplicemente dal proprio peso, in cui, per conseguenza, tanto il gravame quanto la resistenza sopra una lunghezza costante sono proporzionali alla grossezza, avrà sempre lo stesso grado di stabilità, comunque sia grosso, e che questo grado di stabilità sarà tanto maggiore quanto l'altezza del muro sarà minore di quella per cui nell' infima sezione orizzontale del solido si facciano vicendevolmente equilibrio la resistenza ed il peso comprimente. Si chiami x cotesta altezza del muro per cui si verifica l' equilibrio; e supponendo che sia G la gravità specifica del muro, e V la resistenza allo schiacciamento del muro stesso per l' unità superfiziale della base premuta, si avrà generalmente $x = \frac{V}{G}$. Laonde si deduce che il muro non potrebbe farsi d' un' altezza maggiore di $\frac{V}{G}$, e che tanto maggiore sarebbe la sua stabilità quanto più la sua altezza fosse minore di questo limite.

Prendasi, per esempio, ad esame un muro laterizio. Si sa che coi soliti materiali la gravità specifica di questi muri è di 1522: riassumendo i risultamenti delle esperienze, può valutarsi la resistenza allo schiacciamento ne' mattoni di 40 chilogrammi, e nella malta usuale di calcina e pozzolana, di $34^{chil.},4$ per ogni centimetro quadrato della base premuta. Converrà adunque pel muro di cui si tratta attenersi al dato minore, cioè all' ultimo di questi dati, dal quale risulta la resistenza di $344000^{chil.}$ per ogni metro quadrato della base; e questa si dee ridurre a metà, cioè a $172000^{chil.}$, trattandosi di un' azione continuata. Si avrà adunque $G = 1522$, e $V = 172000$; donde ricaveremo $x = 113$ metri. Si concluderà perciò che un muro di mattoni non stimolato da veruna spinta laterale nè premuto da verun peso estrinseco, purchè la sua altezza non sia maggiore di 113 metri, sarà pienamente sicuro quanto agli effetti della compressione, qualunque sia la grossezza assegnatagli.

La stabilità d' un muro nelle considerate circostanze, per quanto dipende dalla prevalenza della sua forza di resistenza alla pressione che tenderebbe ad infrangere le infime parti, può dunque accordarsi con qualsivoglia grossezza anche tenuissima del solido murale. Ma è duopo considerare la stabilità del solido relativamente alla geometrica sua costituzione, vale a dire alla sua figura ed al suo collocamento. Posato sopra un piano orizzontale e costruito con le sue facce perfettamente a piombo, poichè la verticale condotta pel suo centro di gravità passa pel centro di gravità dell' area della base, non v' ha dubbio che, se si guardi matematicamente la cosa, non solo starebbe in equilibrio sulla propria base, ancorchè puchissima fosse la sua grossezza, ma dovrebbe altresì mantenervisi, quand' anche tutto venisse meno il piano sul quale è posato, tranne quel solo punto che sostiene il centro di gravità della base. Ma, fisicamente parlando, non solo nell' accennato estremo caso, ma finchè l' ampiezza della base, ossia la grossezza del solido, avrà troppo scarsa relazione all' altezza di esso, oltremodo incerto ed instabile sarà l' equilibrio, ed ogni più lieve cagione, per cui la base venga a declinare dall' orizzontale o le facce dal perpendicolo potrà turbarlo; sicchè il muro sarà in continuo pericolo di rovinare. Importa quindi sommamente

che la grossezza de' muri sia determinata in ragione della loro altezza, in guisa che ne venga assicurata la stabilità senza peccar per eccesso contro le massime di una sana economia. La sola esperienza poteva far conoscere quali sieno i giusti confini, segnati per una parte dalla stabilità, per l'altra dalla economia, entro i quali si dee cercare la misura opportuna della grossezza da assegnarsi ai muri, col debito riguardo alle loro altezze. Il Rondelet è stato il solo che di proposito siasi applicato a questa sperimentale ricerca, e sono frutto delle numerose ed accurate sue osservazioni alcune nuove regole introdotte nella pratica per la determinazione della grossezza di qualunque muro, ove non si tratti che di assicurare quella stabilità di posizione di cui stiamo ragionando. Egli ha sagacemente distinto il caso di un muro in linea retta affatto isolato, da quello in cui le estremità del muro si congiungono a quelle d'altri muri che concorrono con esso ad angolo; ed ha poi considerati distintamente i muri degli edifizii semplicemente coperti da un tetto, come sono i tempii, dai muri delle fabbriche distribuite in varii piani per mezzo di un certo numero di solai. Esigevano in fatti questi casi d'essere esaminati separatamente: essendo chiaro che, a parità di grossezza, minore deve essere la stabilità in quei muri che sono affatto isolati che in quelli i quali sono alle loro estremità ritenuti da altri muri posti con essi ad angolo; e che il concatenamento dei tetti e dei solai dee favorire la stabilità dei muri e rendere in essi necessaria una grossezza minore di quella che abbisogna quando non sono coadiuvati da questi scambievoli vincoli. In vero le osservazioni vennero fatte dal Rondelet sopra muraglie di pietrame e cementizie, e quindi le regole che ne ha dedotte appartengono propriamente a questa sorta di muri. Tuttavia le regole stesse si possono francamente applicare ad ogni altra sorta di muri nei quali la regolarità della struttura è una circostanza a puro ulteriore benefizio della stabilità. Trascriveremo adunque ordinatamente queste utilissime regole, in conformità agl' insegnamenti del benemerito professore francese.

Ad un muro piantato in linea retta e totalmente isolato deesi assegnare una grossezza uguale almeno alla dodicesima parte della sua altezza, e non maggiore dell'ottava parte dell'altezza medesima. Al più basso di questi due limiti corrisponde una discreta stabilità; al più alto tutta quella maggiore stabilità cui ragionevolmente si può aspirare. Si ha una stabilità media quando la grossezza del muro è uguale ad un decimo dell'altezza. Ma in generale sarà opportuno in pratica di fissare la grossezza del muro entro gl' indicati limiti, minore o maggiore a seconda delle qualità de' materiali, della natura del fondo sul quale si dee ergere il muro e di tutte quelle circostanze particolari che possono influire a vantaggio ovvero in pregiudizio della stabilità.

Il caso cui appartiene questa regola è rarissimo in pratica; poichè non si sogliono costruire muri isolati se non che nelle arene destinate pel giuoco del pallone, e talvolta anche nel fondo di qualche strada o di qualche viale, ovvero in altro luogo scelto per formarvi un' adorna prospettiva.

Quando diversi muri si innalzano sui lati di una pianta poligona e vengono ad attaccarsi gli uni agli altri negli angoli della figura, la grossezza di ciascuno di essi si determina col seguente metodo grafico. Sieno A B l'altezza, e B C la lunghezza del muro (fig. 1 della Tav. XXIV delle *Arti del calcolo)*. Si compia il rettangolo A B C D, e si tiri la diagonale A C. Su questa si prenda il segmento A *m*, la

cui lunghezza sia compresa fra $\frac{1}{12}$ ed $\frac{1}{8}$ dell' altezza A B; e pel punto m si conduca la linea m n parallela ad A B. Sarà B n la cercata grossezza del muro. Ora, se chiamiamo a l'altezza A B; b la lunghezza B C del muro, e p il rapporto di A m ad A B, da fissarsi, come si è detto, fra $\frac{1}{12}$ ed $\frac{1}{8}$, secondo che si giudica necessario per ottenere un giusto grado di stabilità, ed esprimiamo per x la cercata grossezza B n del muro; per la similitudine de' triangoli A B C, m n C stando A C : B C : : A m : B n, o sia

$$\sqrt{(a^2 + b^2)} : b : : a\,p : x,$$

ne segue che sarà

$$x = \frac{a\,b\,p}{\sqrt{(a^2 + b^2)}}.$$

Quindi, omettendo l'operazione grafica, si potrà sempre determinare per mezzo di questa formula la grossezza da assegnarsi al muro, sostituendo, in vece di a e di b, i rispettivi valori numerici, secondo l'adottato sistema di misura lineare, ed in luogo di p quella frazione che si stimerà opportuno di scegliere entro i limiti di $\frac{1}{12}$ e di $\frac{1}{8}$. È chiaro che il valore della grossezza x così determinato cresce in ragione composta dell'altezza a e della lunghezza b del muro, mentre appunto crescendo l'altezza e la distanza scambievole de' due rinforzi, cioè la lunghezza del muro, scemerebbe di mano in mano la sua stabilità, se la grossezza si supponesse costante.

Pei muri che ciògono l'area d' un poligono regolare, la grossezza determinata per mezzo dell'addotta regola risulta uguale tutto all'intorno e diminuisce in ragione della lunghezza di ciascuno dei lati del poligono, vale a dire in ragione inversa del numero de' lati. Ma così pei poligoni di un gran numero di lati si troverebbe piccolissimo il valore della grossezza da assegnarsi ai muri d'ambito, e considerando il circolo come un poligono d'infinito numero di lati, la grossezza del muro di circuito sarebbe uguale a zero. Quindi la formula non può estendersi a questi casi: per ciò si stabilisce che debba valere soltanto per quei poligoni regolari nei quali il numero dei lati non è maggiore di dodici, e che per quelli che hanno un maggior numero di lati, e così pure pel circolo, la grossezza del muro d'ambito debba costantemente esser quella stessa che, in conformità della regola, competerebbe al dodecagono inscritto. Il Rondelet ha verificato che tale è appunto la grossezza del muro circolare che circonda il tempio rotondo di Santo Stefano, uguale, cioè, a quella che si ricaverebbe dalla formula, supponendo che la pianta del muro non fosse la periferia del circolo, ma bensì il perimetro del dodecagono ad esso inscritto.

Quando una fabbrica di pianta rettangolare oblunga non forma che un semplice ambiente, ed i muri laterali non hanno da cima a fondo altro vicendevole legame che quello che deriva dalle armature del coperto, come accade, per esempio, ne' tempii, per determinare la grossezza dei muri stessi, si propone dal Rondelet la seguente regola grafica. Sia A B (fig. 2 della Tav. XXIV delle *Arti del calcolo)* l'altezza cui devono elevarsi i muri, e sia B C la larghezza della navata da essi racchiusa. Compiuto il rettangolo A B C D, si conduca la diagonale B D, e sul prolungamento di essa si assuma R F, uguale ad un ventiquattresimo della somma dell'intera altezza A B e di quella porzione A K di tale altezza che avanza sulla sommità delle fabbriche esteriormente aderenti al muro fino alla cima di questo. Tirando pel punto F la verticale F O, che nel punto E interseca la C B prolungata, sarà B E la cercata grossezza del muro.

Per convertire questa regola grafica in una formola analitica, dicasi a l'altezza A B del muro, b la largbezza B C della navata, e c la differenza A K fra l'altezza totale A B e quella parte B K fino alla quale si appoggiano le fabbriche adiacenti; e chiamando y la grossezza B E del muro determinata con l'anzidetta costruzione, si troverà facilmente

$$y = \frac{b\,(a+c)}{24\sqrt{(a^2+b^2)}}.$$

Se non vi fossero fabbriche esteriori connesse ai muri dell'edifizio, si dovrebbe modificare la formula, ponendovi $c = a$.

Altre regole si prescrivono per la determinazione della grossezza de' muri nelle fabbriche divise in varii piani per mezzo di ordinarii solai, la distanza scambievole dei quali suol essere non maggiore di 5 metri. In questi edifizii convien distinguere i muri d'ambito o esteriori, cui i pratici danno il nome di muri di *telaio* ed anche di muri *maestri*, i quali tutta racchiudono all'intorno la fabbrica, e sono da capo ai piedi abbandonati a sè stessi dalla parte esterna, concatenati bensì internamente dal tetto, dai solai e dai muri divisorii; ed i muri interni, che sono appunto i muri divisorii, detti anche muri di *tramezzo*, perchè dividono i piani dell'edifizio, a seconda della destinazione di questo, in più o meno locali opportunamente distribuiti.

Quando si considerano due opposti muri di ambito, relativamente a questi. l'edifizio dicesi *semplice*, se non avvi alcun muro interno paralello ad essi che suddivida lo spazio contenuto; dicesi *doppio*, se lo spazio intercluso è diviso in due parti da un muro interno paralello a quelli di ambito. Nel primo caso la grossezza di questi dee farsi uguale ad $\frac{1}{24}$ della somma della larghezza dell'edifizio, vale a dire della distanza che passa fra i due muri e della metà dell'altezza di questi fino alla gronda del tetto. Così, per esempio, se la larghezza di una fabbrica semplice fosse di 8^m, e la sua altezza fino alla gronda fosse di 12^m, la grossezza dei muri di ambito dovrebbe essere di $0^m,58$. Nel secondo caso la grossezza di ciascuno dei due muri di ambito sarà uguale ad $\frac{1}{24}$ della semisomma della larghezza e dell'altezza: così, se, per esempio, la larghezza fosse di 12^m e l'altezza di 14^m, come nell'esempio antecedente, si dovrebbe assegnare ai muri di ambito una grossezza di $0^m,55$. La medesima legge dovrebbe estendersi agli edifizii *tripli*, *quadrupli* ed altri, ove, cioè, fra i due opposti muri di ambito ne esistono due, tre o più paralelli a quelli: così per un edifizio triplo la grossezza dei muri di ambito riuscirebbe uguale ad $\frac{1}{24}$ della somma della metà dell'altezza e di un terzo della larghezza, e così via discorrendo. In qualunque fabbrica sarebbe adunque da determinarsi la grossezza de' muri di ambito, considerandoli a due per due, uno opposto all'altro, ed applicando la regola secondo che relativamente ad essi l'edifizio fosse semplice, o doppio, triplo, ecc. Così a ciascuna coppia apparterrebbe una grossezza propria, e potrebbe nascere qualche differenza di grossezza da una coppia all'altra. Ma costumandosi ordinariamente in pratica di assegnare una stessa grossezza a tutti quanti i muri d'ambito, basterà in ogni caso determinare con l'addotta regola la grossezza maggiore e adottare generalmente questa per tutti i muri maestri dell'edifizio, dandole un aumento perfino d'un mezzo decimetro, quando si voglia soprabbondantemente provvedere alla stabilità.

La regola per la grossezza d'un muro di tramezzo è di far questa uguale ad $\frac{1}{36}$ della somma della larghezza dello spazio

che il tramezzo dee dividere, e dell' altezza del piano, cioè della distanza dei due solai fra i quali va eretto il muro divisorio. Così, se il muro dovesse dividere in due uno spazio lungo 13^m ed alto 5^m, la grossezza da assegnarsi al tramezzo sarebbe di $0^m,50$.

Assicura Rondelet d'avere verificato che queste ultime regole pratiche da lui insegnate si trovano in una mirabile corrispondenza con le dimensioni effettive dei muri in tutte le famose fabbriche d'Andrea Palladio.

Giova evidentemente per ogni riguardo alla stabilità de' muri che la grossezza di essi venga gradatamente aumentandosi verso la base, cioè, vada assottigliandosi verso la sommità. Ma quest' assottigliamento delle muraglie non dee procedere seguitamente dalla base alla cima; poichè in tal caso non verticali, ma bensì inclinate diverrebbero le due facce del muro, o almeno una di esse. Per la qual cosa suol praticarsi di scemare la grossezza a riprese nei diversi piani dell' edifizio, formando a ciascun piano una risega, come nel passaggio dai muri di fondamento a quelli sopra terra, senza alterare la verticalità delle facce del muro. Queste riseghe possono farsi nella parte esterna dei muri, purchè ciascuna di esse venga occultata da una fascia o da una cornice sporgente, come negli anfiteatri di Verona e di Pola, acciò l' occhio non sia offeso da quei nudi risalti; ma per lo più si pongono internamente a livello dei pavimenti dei varii piani, ove restano affatto invisibili, come si osserva nell' anfiteatro Flavio. Pei muri d' ambito si prescrive che generalmente la contrazione totale non abbia ad essere minore di una quarta parte della grossezza alla base. Lo Scamozzi stabiliva che in un edifizio, a tre piani della totale altezza di $28^m,59$ i muri maestri dovessero farsi di grossezza uguale a tre lunghezze di mattoni, cioè a $0^m,71$ circa per tutta la estensione del primo piano, e che a ciascuno degli altri due piani il rientramento dei muri dovesse essere uguale alla metà della lunghezza del mattone, cioè a $0^m,12$ prossimamente, in guisa che al terzo piano la grossezza dei muri si riducesse al doppio di tale lunghezza, vale a dire a $0^m,47$ circa. Il Belidor di poco si allontanava dalla regola dello Scamozzi, mentre insegnava che a ciascun piano ascendendo i muri maestri dovessero scemare in grossezza di circa $0^m,16$. Quanto ai muri di tramezzo vuole il Rondelet che, discendendo da un piano all' altro, abbiano ad aumentare di $0^m,027$ in grossezza, se sono costruiti di pietrame leggero e tenero come il tufo; e di $0^m,013$ quando sono fabbricati di laterizii o di pietrame forte: bene inteso che la grossezza determinata con la regola generale poco anzi addotta debba appartenere al piano supremo, e quindi accrescersi progressivamente nell' indicata proporzione nei successivi piani inferiori. Così, se la anzidetta regola desse pei muri di tramezzo dell' ultimo piano superiore la grossezza di $0^m,40$, le grossezze degli stessi muri al penultimo, e di meno in mano ai susseguenti piani, dovrebbero essere di $0^m,413$, di $0^m,427$, di $0^m,440$, ecc., se la struttura fosse laterizia ovvero in pietrame forte; e di $0^m,427$, di $0^m,454$, di $0^m,481$, ecc., se si trattasse di una costruzione in tufo o altra pietra debole.

Alle premesse regole pratiche gioverà aggiungere la notizia dei limiti entro i quali lo stesso Rondelet ha verificato essere contenute le reali grossezze de' muri in una quantità di buone fabbriche di vario genere esistenti nella Francia e nell' Italia. Queste cognizioni potranno servire in ogni caso di riscontro ai risultamenti delle predette regole, le quali, essendo meramente empiriche, danno bensì

una ragionevole sicurezza, ma vogliono essere applicate con giudiziosa circospezione.

1.° Nelle fabbriche semplicemente coperte d' un tetto a due falde, se abbiavi o no un solaio giacente sotto l' incavallatura, la minima grossezza effettiva de' muri laterali bene costruiti in pietrame ovvero in mattoni, è uguale ad un ventiquattresimo della distanza interna di essi muri.

2.° Nelle case private di varii piani separati per mezzo di sòlai, la grossezza reale de' muri di ambito è compresa fra $0^m,40$ a $0^m,65$; quella de' muri principali ed intermedii, fra $0^m,43$ e $0^m,54$; e finalmente quella de' muri di tramezzo fra $0^m,32$ e $0^m,39$.

3.° Nei casamenti più grandi i muri maestri sono grossi da $0^m,65$ a $0^m,97$; i principali muri intermedii da $0^m,54$ a $0^m,65$, e quelli di tramezzo da $0^m,40$ a $0^m,54$.

4.° Finalmente ne' palazzi, ed in generale ne' più cospicui edifizii che hanno gli appartamenti terreni a volta, la grossezza de' muri maestri è compresa fra $1^m,30$ e $2^m,92$, e quella dei muri di tramezzo fra $0^m,65$ e $1^m,95$.

Abbiamo di già notato che la stabilità di resistenza è affatto indipendente dalla grossezza e dall' area della base in quei muri che non hanno a sostenere altro peso che il proprio, e che in questi tale specie di stabilità non viene meno, per tenue che sia la grossezza, finchè l' altezza non supera un certo limite, che per le nostre muraglie laterizie fu trovato di 113^m. Ora siccome non avvi esempio, non solo nelle ordinarie, ma anche nelle più straordinarie costruzioni che un muro pieno e di grossezza uniforme, sia portato a tanta altezza, così in generale la stabilità di simili muri è soprabbondantemente al sicuro per quanto dipende dalla relazione fra la resistenza dei materiali ed il peso comprimente. Ma per lo più accade che i muri verticali, oltre al proprio peso, sono destinati a sorreggere le volte, i solai ed i coperti degli edifizii; ed avviene anche talvolta che qualche muro di molta altezza riposa sopra una serie di colonne e di pilastri sostenuto dagli architravi o dagli archi che insistono su quegli staccati punti d'appoggio, cosicchè potrebbe dubitarsi se, aumentatosi il peso comprimente, ovvero diminuitosi l' area della base resistente, si mantenesse tuttavia la resistenza superiore alla compressione siccome importa per la stabilità. Quando si tratta di case o di fabbriche ordinarie di cinque ed anche di sei piani, o, per fissare un termine più proprio, di metri 26 circa d' altezza, fu calcolato dal Rondelet che, assegnando ai muri quelle consuete grossezza di cui indicò i limiti, e dalle quali ricavò le surriferita regole pratiche, il peso de' muri e di tutta le parti della fabbrica, distribuito presso a poco equabilmenta sulle basi dei muri sostenitori, vi produce una pressione di $5^{chil.},57$ al più per ciascun centimetro quadrato dell' area premuta. Ora siccome fra le pietre da costruzione non avvene alcuna in cui la resistenza allo schiacciamento sia minore di chilogrammi 23, mentre nei mattoni il minimo valore della resistenza si è trovato di chilogrammi 40, e niuna delle usuali malte ha mostrato resistenza minore di chilogrammi 29 per ciascun centimetro quadrato della base premuta, così non può mai nascere dubbio intorno alla stabilità di resistenza de' muri nell' accennata classe di edifizii, e quindi non occorra d' istituirne particolare esame. Ma ove in qualsivoglia straordinario edifizio avvenga che sopra qualche muro verticale vada ad accumularsi un carico strabocchevole, non si dovrà tralasciare di assicurarsi che la base del muro sia proporzionata a quel

carico, talmente che la resistenza abbia sempre a prevalere alla forza comprimente. Così è, per esempio, per quelle colonne che debbono sostenere altissimi muri massicci, che è appunto il caso ordinario dei muri che comprendono la navata di mezzo delle antiche basiliche, e così pei muri che sostengono grandi volte, pei pilastri delle cupole e per quei muri che debbono servire di sostegno ad elevatissime torri. In questi casi, chiamando P il peso estraneo di cui dev' essere sopraccaricato il muro verticale, e supponendo che sia X l' area della base ed a l' altezza del muro medesimo, ed in oltre p la gravità specifica, ed R la resistenza del muro allo schiacciamento, vale a dire quella della malta, o quella della pietra di cui è composto, secondo che l' una o l' altra di esse è la minore; espressa questa resistenza, secondo il consueto, dal massimo peso che può essere sopportato da ciascun centimetro quadrato dell' area della base premuta, egli è chiaro che, riducendo alla sola metà il valore della resistenza e moltiplicando per 10000, poichè si assume il metro per unità di misura, la condizione della stabilità sarà contenuta nell' equazione:

$$a\,p\,X + P = 5000\,R\,X,$$

della quale si ricava

$$X = \frac{P}{5000\,R - a\,p}.$$

Quindi, se saranno dati gli elementi a p, P R, si renderà nota l' area X, che dovrà essere assegnata alla base del muro verticale, affinchè si verifichi la condizione della stabilità dipendentemente dalla resistenza dei materiali che concorrono alla compressione. E quando si tratti d' un muro parallelepipedo, se intenderemo che P′ rappresenti quella parte del peso estraneo P, la quale agisce sull' unità di lunghezza, cioè, sopra ciascun metro dell' estensione longitudinale del muro, chiamando X la grossezza uniforme del muro, troveremo

$$X = \frac{P'}{5000\,R - a\,p}.$$

Nell' arte di fabbricare sono sempre da valutarsi tutte quelle riprove della stabilità degli edifizii che vengono desunte dal confronto del subietto con quei monumenti dell' arte i quali hanno dato lungo saggio della solida loro costituzione. Per la qual cosa, lungi dall' aversi a riputare vane le scrupolose indagini istituite dal rinomato Rondelet a fine di conoscere l' effettiva relazione dell' area totale occupata, alla somma di quella delle basi di tutti i muri verticali in un buon numero di edifizii di vario genere antichi e moderni di provata stabilità, si dee anzi sapergli buon grado che coi risultamenti delle accurate sue osservazioni abbia somministrato un mezzo opportuno per poter mettere ad un esame comparativo e quasi di fatto la stabilità, diremo così *basamentale* di qualunque grande edifizio. Senza entrare ne' più minuti ragguagli, diamo qui appresso i principali risultamenti, raccogliendo le relazioni esistenti fra la somma delle aree occupate dalle basi di tutti i muri verticali e la interna superficie icnografica in molti palazzi e casamenti di diversi paesi, di varii tempi e di varia struttura. Nè tampoco vorremo impegnarci in lunghe osservazioni, che ci condurrebbero oltre i limiti che ci siamo prefissi, nè presumeremo di ricavare da fatti così vaghi alcuna regola generale; ma lasceremo che gli esperti costruttori approfittino all'opportunità di questi varii termini di confronto, a seconda delle condizioni e delle circostanze degli edifizii che dovranno progettare o de' quali vorranno esaminare la stabilità.

Indicazione degli edifizii esaminati	Relazione dell' area totale a quella occupata dai muri verticali
Palazzi di Parigi e de' suoi dintorni, come quelli del Louvre, delle Tuileries, del Luxembourg e di Versailles, esclusi i vani di porte e finestre	0,388
Palazzi di Roma, le cui stanze terrene sono ordinariamente a volta, detratti i vani di porte e di finestre	0,222
Casamenti parigini di varii piani costruiti sulla fine del regno di Luivi XIV e sul principio di quello di Luigi XV . . .	0,166
Edificii diruti con volte dell' antica villa Adriana, presso Tivoli.	0,155
Palazzi del Palladio, i quali hanno per lo più i piani terreni a volta	0,153
Casamenti parigini di varii piani, posteriori ai primi anni del regno di Luigi XV	0,122
Edifizii diruti senza volte della predetta villa Adriana . . .	0,118
Casamenti del Belgio con muri di mattoni	0,117

Facendoci ora a considerare la stabilità di que' muri verticali che sono destinati a resistere all' azione di qualche spinta laterale, ci basterà richiamare le formule generali, somministrateci a tal uopo, dalla meccanica, e far vedere come possano opportunamente applicarsi alle pratiche disquisizioni; prendendo singolarmente di mira il caso di que' muri che trovansi esposti alla spinta d' un terrapieno, e di quelli che debbono resistere alla pressione ed all' urto dell' acqua. Le condizioni particolari della stabilità pei muri di sostegno degli archi e delle volte sono essenzialmente implicate ne' canoni statici dell' equilibrio e della saldezza degli archi e delle volte medesime, dei quali rimettiamo l' esame all' articolo Volta.

Ripigliando pertanto ordinatamente le formule statiche dell' equilibrio e della stabilità de' muri verticali, quali ci vengono offerte nei vulgatissimi Elementi di meccanica del Venturoli, noteremo:

1.° Che in generale qualora contro un muro simmetrico attorno del piano verticale A B C D (figura 3 della Tavola XXIV delle *Arti del calcolo)*, che abbia in G il suo centro di gravità, e il cui peso sia M, agisca una forza obliqua S diretta per quello stesso piano ed equivalente a due spinte, una F verticale, l' altra Q orizzontale, chiamando x ed y le due coordinate A E, F S d' un punto qualunque S preso ad arbitrio sulla direzione S R della forza, e k l' ascissa A X del centro di gravità, ed esprimendo per f il

coefficiente dell' attrito, la stabilità del muro dipende da queste due condizioni.

$$f(M + P) > Q;$$

$$M k + P x > Q y,$$

delle quali la prima può dirsi la condizione delle forze e riguarda la possibilità che alla massa del muro venga per l'azione della spinta impresso un movimento di traslazione verso il punto A, e la seconda, che può chiamarsi *condizione dei momenti*, provvede al caso che il muro potesse spostarsi con un movimento rotatorio intorno al punto A. Ora è chiaro che gli elementi M, k contengono implicitamente le dimensioni del muro, dipendentemente dalla forma di esso, e quindi generalmente dovranno tali dimensioni essere determinate in guisa che ne risultino tali valori di M e di k, per cui entrambe le condizioni della stabilità si trovino adempiute.

Più semplicemente la condizione dei momenti può esprimersi senza risolvere la spinta S, solo che si conduca pel punto A la normale A Z sulla direzione S R della spinta stessa; poichè evidentemente il muro non potrà rovesciarsi girando intorno al punto A, sempre che sia M × A X > S × A Z. E sinteticamente, se intendesi prolungata la verticale XG, condotta pel centro di gravità del solido, sinchè giunga ad incontrare in I la direzione S R della spinta, ed applicate al punto I le due forze M, S, affinchè il muro non possa concepire un movimento rotatorio intorno al punto A, sarà duopo che la direzione della risultante di queste due forze intersechi la base A B del muro frà i punti A e B.

2.° Se il muro sarà rettangolare, e sia a la sua altezza, b la sua grossezza, supponendo che venga stimolato semplicemente da una spinta orizzontale Q sull'unità della sua lunghezza, sarà la condizione delle forze così espressa, $a\ b\ f\ G > Q$, e quella dei momenti $a\ b^2\ G > 2\ Q\ y$. Laonde se si supponga un muro laterizio, alto metri 12, stimolato verso la sommità da una spinta orizzontale di chilogrammi 4500, facendo $f = 0{,}75$, e $G = 1522$, si troverà che per la prima condizione basterebbe che la grossezza del muro fosse maggiore di $0^m{,}33$, ma che per l' adempimento della seconda converrebbe che la grossezza b fosse maggiore di $2^m{,}43$.

3.° Che se il muro, invece di essere rettangolare, avesse una scarpa esteriore, e fosse p il piede, o vogliamo dire la base della scarpa stessa, ritenendo le precedenti denominazioni e continuando a supporre la sola spinta orizzontale Q, le condizioni della stabilità sarebbero

$$a f G (2 b + p) > 2 Q ;\quad a G (3 b^2 + 6 b p + 2 p^2) > 6 Q y.$$

Per lo che se con tutti i dati dell'esempio precedente si volesse dare al muro esternamente una scarpa la cui base fosse una sesta parte dell' altezza, cioè $p = 2$, si verrebbe a conoscere che per l' adempimento della prima condizione basterebbe qualunque piccola grossezza, poichè si verifica ancora facendo $b = 0$; ma che la seconda esigerebbe che il muro avesse una grossezza maggiore di $0^m{,}69$. Ovvero se fosse prescritto che la grossezza del muro nella sommità dovesse essere d' un metro, e le condizioni della stabilità avessero a restare soddisfatte per una opportuna misura della scarpa, ossia per un opportuno valore di p, risulterrebbe dalla seconda di esse condizioni $p > 1{,}60$, valore soprabbondantissimo per la prima condizione, che sussiste quand' anche si faccia $p = 0$.

4.° Qualora poi si volesse porre la me-

desima scarpa dalla parte interna del muro, la condiziona delle forze si manterrebbe la stessa che nel caso precedente, ma la condizione de' momenti diverrebbe

$$a\,G\,(3\,b^2 + 3\,b\,p + p^2) > 6\,Q\,y.$$

Quindi pel solito muro laterizio, stimolato alla sommità da una spinta orizzontale di chilogrammi 4500 e munito di una scarpa interna, di cui la base fosse un sesto dell'altezza, sarebbe necessaria una grossezza maggiore di $1^m,11$. E quando fosse fissata la grossezza di metri 1, e dovesse determinarsi la scarpa necessaria per la stabilità, si troverebbe $p > 2^m,62$.

5.° Il momento della resistenza di un muro rettangolare di cui l'altezza sia a, e la grossezza $b + \frac{p}{2}$, è espresso dalla formula

$$a\,G\left\{\frac{b^2}{2} + \frac{pb}{2} + \frac{p^2}{8}\right\}.$$

Quello d'un muro della stessa altezza che avesse in sommità la grossezza b, e fosse internamente fo rmato a scarpa, essendo p il piede di questa, risulterebbe uguale ad

$$a\,G\left\{\frac{b^2}{2} + \frac{bp}{2} + \frac{p^2}{6}\right\}.$$

Finalmente per un muro di eguale altezza ed ugualmente grosso nella sommità, il quale avesse la medesima scarpa dalla parte esterna, il momento della resistenza sarebbe

$$a\,G\left\{\frac{b^2}{2} + \frac{bp}{2} + \frac{p^2}{3}\right\}.$$

Paragonando insieme questi tre momenti si scorge a colpo d'occhio che il terzo è maggiore del secondo, e questo del primo, mentre il volume del muro sull'unità di lunghezza è costantemente in tutti tre i casi, cui appartengono tali momenti, espresso da $a\left(b + \frac{p}{2}\right)$. Quindi è chiaro che, a parità di volume, il muro a scarpa resiste con maggior momento ad una spinta orizzontale, di quello che un muro rettangolare: e più resiste se la scarpa è posta dalla parte esterna, di quello che se la scarpa stessa sia praticata dalla parte interna del muro.

6.° Se un muro rettangolare è rinfiancato da contrafforti esteriori parallelopipedi, uguali, ed equidistanti, le condizioni della sua stabilità, supponendolo stimolato da una semplice spinta orizzontale Q, che agisca all'altezza y, e supponendo che sia c la lunghezza di ciascun contrafforte, q la di lui grossezza, e d la distanza fra l'uno e l'altro di essi da mezzo a mezzo, ritenute nel resto le antecedenti denominazioni, saranno

$$a\,f\,G\,(bd + cq) > d\,Q;\; a\,G\,(b^2 d + 2\,b\,c\,d + c^2 q) > 2\,d\,Q\,y;$$

la prima, delle quali, secondo il solito, concerne la possibilità del movimento progressivo, la seconda quella del movimento rotatorio del contrafforte. Avvertasi che queste due condizioni sono dedotte non già dalla considerazione d'un tratto di muro di lunghezza uguale all'unità lineare, come ne' casi precedenti, ma bensì di un tratto di lunghezza d, nel mezzo del quale cade uno dei contrafforti.

Suppongasi, per esempio, che si trattasse d'un muro laterizio della solita al-

tezza di metri 12, stimolato in sommità da una spinta rappresentata da chilogrammi 4500, e rifiancato da contrafforti esteriori distanti metri 5 l'uno dall'altro da mezzo a mezzo, e ciascuno di essi lungo $1^m,50$ e grosso metri 1; e si esamini quanta dovrebb' essere la grossezza b di esso muro. Si troverà che per la prima condizione sarebbe sufficiente che la grossezza b fosse maggiore di $0^m,10$; ma che per la seconda occorre che la grossezza del muro sia maggiore di $1^m,27$.

7.° Nell' ipotesi che gli stessi contrafforti sieno ugualmente distribuiti lungo l' interno del muro, non si muta la condizione delle forze: per altro quella dei momenti diviene

$$a\,G\,(b^2 d + 2\,b\,c\,q + c^2 q) > 2\,d\,Q\,y.$$

Quindi se questa variazione nella posizione de' contrafforti avesse luogo nel precedente esempio, si dedurrebbe che la grossezza b del muro dovrebbe in tal caso farsi maggiore di $2^m,05$.

In generale tanto in questo quanto nel caso antecedente, date che sieno tutte le dimensioni del muro e del contrafforte, meno una, si potrà questa determinare mediante le dedotte condizioni, in modo che resti provveduto alla stabilità.

8.° In un muro rettangolare che abbia l' altezza eguale ad a, e la grossezza eguale a $b + \frac{q\,c}{d}$ si ha il momento della resistenza espresso da

$$a\,G\left\{\frac{b^2}{2} + \frac{b\,c\,q}{d} + \frac{c^2 q^2}{2\,d^2}\right\}:$$

parimenti nel muro a contrafforti parallelopipedi interni testè considerato, il momento della resistenza è

$$a\,G\left\{\frac{b^2 d}{2} + b\,c\,q + \frac{c^2 q}{2}\right\}:$$

così nell' altro muro a contrafforti esterni, di cui si è precedentemente parlato, si ha il momento:

$$a\,G\left\{\frac{b^2 d}{2} + b\,c\,d + \frac{c^2 q}{2}\right\}:$$

Ora qui pure, confrontando questi tre momenti, è facile ravvisare che il terzo è maggiore del secondo, e che questo supera il primo, mentre il volume è lo stesso in tutti tre i muri, cioè uguale ad $a\,(b\,d + c\,q)$. Si deduce quindi che a parità di volume il muro munito di contrafforti resiste più saldamente d' un semplice muro rettangolare alla spinta orizzontale, e che maggior vantaggio si ottiene dai contrafforti esterni che dagli interni.

Se ad un muro rettangolare sieno applicati contrafforti esterni a base trapezia, ciascuno dei quali abbia la grossezza alla sua origine, ossia *il collo* ove si attacca al muro rettangolare, uguale ad r, e la grossezza al suo termine, o sia *la coda*, uguale a q; fermi gli altri dati e denominazioni stabilite ne' casi antecedenti, le condizioni della stabilità sono:

$$a\,G\,\{2\,b\,d + c\,(q + r)\} > 2\,d\,Q;$$

$$a\,G\,\{3\,b^2 d + 6\,b\,c\,d + c\,(q + 2\,r)\} > 6\,d\,Q\,y;$$

nella seconda delle quali si scorge che il momento, e quindi il vantaggio de' contrafforti, è maggiore se $r > q$, che nel caso inverso.

10.° Qualora gli stessi contrafforti a base trapezia fossero disposti lungo l'interno del muro, non si cangerebbe la condizione delle forze, bensì quella de' momenti sarebbe

$$a G \{ 3 b^2 d + 6 b c (q + r) + c^2 (2 q + r) \} > 6 d Q y.$$

E qui sarebbe maggiore il vantaggio se fosse $q > r$, che nel caso inverso; quindi l'utilità de' così detti contrafforti *a coda di rondine* sussiste soltanto quando sono posti dalla parte interna del muro.

11.° Sarebbe qui pure facile mostrare che, a parità di volume, il muro a contrafforti di base trapezia è più robusto di quello a contrafforti paralellopipedi posti dalla stessa parte, e maggiormente ancora più robusto d' un semplice muro rettangolare; e che anche i contrafforti a base trapezia danno un maggior vantaggio se sono applicati esternamente al muro di quello che se sono collocati dal lato interno.

12.° Sogliono anche talvolta rinforzarsi i muri verticali per mezzo di *speroni*, i quali altro non sono che contrafforti a scarpa, e diconsi anche *barbacani*, e si può in modo analogo dedurre le condizioni della stabilità per questa sorta di rinfianchi, distinguendo i diversi casi che può offrire la loro esterna ovvero interna posizione, e la varia figura delle loro basi. In ogni modo possono rinvenirsi le formule appartenenti a questi varii casi nelle aggiunte fatte dal Masetti agli elementi di meccanica del Venturoli, alla quale giova riportarsi per tutto ciò che concerne le dottrine meccaniche ed idrauliche.

Tutte le precedenti formule della stabilità de' muri verticali relativamente all' attitudine de' medesimi di resistere ed una spinta laterale, furono dedotte indipendentemente da ogni considerazione della tenacità che tiene unito il muro alla sua base e fa essa pure non lieve contrasto alla spinta, opponendosi così al movimento progressivo come a quello rotatorio della massa del muro. Il Navier ha recentemente fatto prova d' introdurre ne' calcoli statici dell' equilibrio dei muri verticali questo nuovo elemento di resistenza. Ma questo passo, mentre tende senza dubbio al perfezionamento della teoria, poco o niun vantaggio reca alla pratica, atteso che, per quanto matematicamente rigorose sieno le formule della stabilità che ne risultano, nell' applicazione delle medesime l' elemento della tenacità sarà sempre di non lieve imbarazzo, mentre per l' effettiva sua determinazione non si hanno che troppo incerte ipotesi, e troppo vaghi sono i risultamenti dell' esperienza. Inoltre col trascurare la tenacità, lungi dal comprometterla, si assicura anzi la stabilità; poichè nelle condizioni di questa non si mette in conto un elemento reale della resistenza del muro, e quindi le dimensioni di questo, determinate in corrispondenza di queste condizioni, devono essere maggiori di quanto basterebbe pel puro equilibrio: sebbene prudentemente si consigli di aumentare alquanto a discrezione, giusto le circostanze, quelle dimensioni così determinate per mezzo delle formule superiormente esposte, a fine di mettere in ogni caso soprabbondantemente al sicuro la stabilità de' muri.

Verremo ora al caso particolare di quei muri, i quali sono destinati a servire di

rivestimento e quasi di sponda ed un ammasso di terra, e quindi a resistere alla spinta che proviene dalla tendenza che ha il terreno ad espandersi, per acquistar quella scarpa sotto la quale l'ammasso può mantenersi da sè medesimo in equilibrio. La meccanica, in conformità alla ipotesi del Coulomb, fornisce i valori di questa spinta e del suo momento, corrispondentemente all'unità longitudinale del riparo contro cui agiscono. La prima viene espressa dalla formula

$$\frac{a^2 g \text{ tang. } m^2}{2};$$

ed il valore del secondo si ha dall'altra formula

$$\frac{a^3 g \text{ tang. } m^2}{6},$$

nelle quali a esprime l'altezza del terrapieno, g la gravità specifica del terreno; ed m la metà dell'angolo che ha per tangente $\frac{1}{f'}$, essendo f' il coefficiente dell'attrito per le terre; vale a dire la metà dell'angolo della scarpa necessaria affinchè la terra si tenga da sè medesima in equilibrio, ove non venga ritenuta da verun ostacolo. Mettendo al solito confronto la resistenza ed il momento della resistenza del muro di rivestimento con la spinta del terrapieno e col suo momento, si otterranno le due condizioni della stabilità, per mezzo delle quali, data la forma del muro di rivestimento e tutte le sue dimensioni a riserva di una, si potrà questa determinare, in guisa che la stabilità resti convenientemente assicurata.

Così per un muro rettangolare essendo la resistenza uguale ad $a\,b\,f\,G$, ed il suo momento uguale ad $\frac{a\,b^2\,G}{2}$, le condizioni della stabilità, fatte le opportune riduzioni, saranno

$$b\,f\,G > \frac{a\,g \text{ tang. } m^2}{2};$$

$$b^2\,G > \frac{a^2\,g \text{ tang. } m^2}{3}.$$

Così pure facilmente si determineranno le condizioni della stabilità pei muri a scarpa e per quelli che sono muniti di contrafforti o di speroni, adoperando le formule della resistenza che competono ai vari casi, e i corrispondenti momenti, a tenore di quanto si è poc'anzi mostrato.

I richiamati valori della spinta d'un terrapieno e del suo momento diventano maggiori del vero tutte le volte che il terreno non è perfettamente sciolto, ma ha le molecole aderenti le une alle altre con più o meno tenacità, come succede quasi sempre nelle terre vergini, e spesso anche in quegli artifiziali ammassi che vennero lasciati per lungo tempo in riposo. In tali casi l'eccessiva valutazione della spinta e del suo momento convalida sempre più le condizioni della stabilità, e per altra parte sarebbe poca prudenza diminuire il valore della spinta in queste condizioni in grazia della coerenza molecolare, poichè questa è instabile e può venir meno del tutto o in parte col progresso del tempo, segnatamente se l'ammasso sia soggetto ad essere invaso dall'acqua. Se adunque il Prony mise perspicacemente a calcolo nella determinazione della spinta d'un terrapieno e del suo momento l'azione della coerenza molecolare del terreno, emendò in vero un difetto della teorica, ma senza verun profitto della pratica; poichè in ogni modo nell'applicazione delle formule da lui dedotte per la sicurezza della stabilità sarebbe duopo supporre uguale a zero l'elemento della coesione molecolare del

terreno, e quindi si ritornerebbe a quelle stesse espressioni della spinta e del suo momento che abbiamo poc' anzi rammentate. Gioverà inoltre avvertire che le formule addotte sono favorevoli alla stabilità, perchè non si è tenuto conto dell' attrito, nè della coerenza della terra sulla superficie interna del rivestimento, che evidentemente agiscono in favore della resistenza, sebbene il primo non valga se non se contro il movimento rotatorio del muro, e la seconda sia sempre incerta, potendo venir distrutta da varie cause facili a ravvisarsi.

Per le pratiche applicazioni importa di conoscere gli effettivi valori de' varii elementi di calcolo che sono ravvolti nelle formule della spinta e della resistenza e ne' rispettivi momenti, quali sono le gravità specifiche G, g del muro e del terreno, ed i coefficienti f, f' dell' attrito; ovvero invece del secondo l' angolo della scarpa naturale del terreno, di cui, come si è detto, m è la metà. Sarà sempre più opportuno determinare tali elementi per mezzo di speciali esperienze, quando sia permesso dalle circostanze. In caso diverso converrà riportarsi alle risultanze degli altrui sperimenti, e non tralasceremo quindi d' addurne alcuni, i quali potranno servire di norma nelle pratiche occorrenze.

1.° Si ebbe più volte occasione di avvertire che la gravità specifica dei nostri muri laterizii è di 1522. Per diverse altre osservazioni fatte in varii paesi sembra che la gravità specifica in questa sorta di muri sia ordinariamente compresa fra 1500 e 1700. Il Navier asserisce che, pel risultamento medio delle sperienze, la gravità specifica di un muro di pietrame di basalto può valutarsi a 2500; quella d' un muro di pietrame granitico a 2300; finalmente quella di un muro di pietrame di pietra calcarea o silicea da 2300 a 1700.

È da avvertirsi per altro che, quando non possano istituirsi apposite esplorazioni, sarà lodevole cautela assumere nei casi di cui si tratta per la gravità specifica del muro non il medio, ma il minimo dei risultamenti di quelle sperienze che da altri possono essere state tentate sopra muri composti di materiali dello stesso genere di quelli della muraglia di rivestimento che si vuol costruire, o di cui si vuol mettere ad esame la stabilità.

2.° Il medesimo Navier offre per le più comuni specie di terra i seguenti valori medii della gravità specifica.

Terriccio o sia terra vegetale	1400
Terreno sciolto e leggero	1500
Terreno forte	1600
Terra da mattoni	1900
Sabbia terrosa	1700
Sabbia pura	1900.

All' opposto di ciò che abbiamo detto circa la gravità specifica del muro, dobbiamo suggerire intorno al peso specifico delle terre, che non si stia, cioè, nè al minimo nè al medio dei risultamenti dell' esperienza, ma bensì al massimo, affinchè, restando soddisfatte le condizioni della stabilità pel più gran valore supponibile della spinta e del suo momento, non possa temersi che questi vengano mai a vincere la resistenza del muro contro cui si esercitano.

In generale, non solo in quello di cui parliamo, ma in ogni caso di ricerche o d' esami appartenenti alla stabilità de' muri, per mettersi pienamente al sicuro, dee tenersi per massima di attribuire a ciascuna delle forze che cooperano a spingere il massimo de' valori di cui è suscettibile, e viceversa ad ognuna di quelle che concorrono a resistere, ovvero a diminuire la spinta, il minimo de' valori di cui possa esser creduta capace.

4.° L' elemento f, che esprime la relazione dell' attrito alla pressione, può valutarsi nei muri laterizii in conformità delle osservazioni di Perronet citate dal Venturoli, per le quali risulta uguale a 0,8; e per più sicurezza può calcolarsi uguale a 0,75, come, ad imitazione dello stesso Venturoli, si è fatto ne' precedenti esempii. Non si conosca alcuna sperienza che possa servire alla valutazione del coefficiente f nei muri di pietrame. Quanto ai muri di pietra squadrata si deduce da alcune sperienze del Boistard, che per una pietra calcarea molto dura tirata a pelle piana con la martellina, la relazione dell' attrito alla pressione può stimarsi del valore medio di 0,78, e quando si tratti d' una pietra di grana fina con le facce spianate, si potrà fare $f = 0,58$, valore che risulta delle sperienze istituite dal Rondelet sulla pietra calcarea dai Francesi denominata *liais*.

5.° Per la valutazione del coefficiente f' dell' attrito delle terre, ovvero dell' angolo m, giacchè questi due elementi dipendono l' uno dall' altro, come si è già avvertito, stabilì il Venturoli che generalmente per le terre sabbiose e sciolte possa farsi $f' = 0,58$, ed $m = 30°$; e per le terre forti $f' = 0,75$, ed $m = 27°$. Il primo di questi dati concorda quasi perfettamente coi risultamenti d' un'esperienza del Gadroy riferita da Mayniel, da cui appare che l' arena fine ed asciutta abbisogna per tenersi da sè in equilibrio d' una scarpa di $\frac{5}{7}$, o sia di 1,66 di base per uno d' altezza, alla quale corrisponde un angolo di 59° con la verticale; donde ne deriva $m = 29°$ e 30', ed $f' = 0,6$. Ma le terre più dense e più compatte, a sentimento del Barlow, possono perfino sostenersi con una scarpa di $\frac{1}{7}$, cui corrisponde $f' = 1,4$, ed $m = 17°$ e 30'. I risultamenti di varie altre sperienze sullo stesso soggetto che trovansi raccolti nell' opera di Navier, sono tutti intermedii fra quelli dati dall' esperienza di Gadroy e quelli stabiliti dal Barlow, i quali perciò possono riguardarsi siccome i limiti dei valori di f', e di m, che competono alle diverse specie di terre. Fra questi limiti converrà quindi assumere ne' casi pratici i valori de' predetti due elementi, a norma delle varie qualità e del vario stato delle terre: sempre avendo in mira di favorire la stabilità, conforme che abbiamo detto di sopra.

Suppongasi un terrapieno alto 12^m, composto di terra sciolla, che debba essere sostenuto per mezzo d' un muro laterizio rettangolare, e vogliasi determinare la grossezza di questo. Sarà $G = 1522$, $g = 1500$, $f' = 0,75$ ed $m = 30°$. Ponendo questi valori nelle condizioni della stabilità, e facendovi $a = 12$, si avrà dalla prima $b > 2^m,63$, e dalla seconda si ricaverà $b > 3^m,97$: quindi potrà stabilirsi b uguale a 4^m che è la terza parte dell' altezza comune del terrapieno e del muro. Ed anzi lasciando indeterminata l' altezza a, ed assumendo pegli altri elementi costanti di calcolo i valori testè adoperati, si troverà che nelle supposte circostanze dovrà essere, dipendentemente dalla prima condizione della stabilità, $b > 0,222\ a$, e dipendentemente dalla seconda $b > 0,331\ a$. Siccome le circostanze supposte sono le più sfavorevoli che si offrano nei casi ordinarii delle costruzioni, così apparisce da questo risultamento non essere mal fondata la regola pratica, adottata dai costruttori francesi, di assegnare in generale ai muri rettangolari che devono sostenere la spinta d' un terrapieno, una grossezza uguale alla terza parte dell' altezza; cioè di fare $b = 0,333\ a$.

Se il muro di rivestimento, invece che rettangolare, dovesse essere a scarpa, stando questa all' esterno ed avendo un

sesto di base per uno d' altezza, con tutti i medesimi dati che vennero assunti nel caso del muro rettangolare, si otterrebbe dalla prima condizione della stabilità $b > 1^m,63$, e della seconda $b > 1^m,69$. Lasciando indeterminata l' altezza a, fermi gli stessi valori di G, g, f, m, la prima condizione darebbe $b > 0,136\, a$, e la seconda $b > 0,141\, a$. Quindi si deduce che non a torto opinavasi da Coulomb per qualunque specie di terra potersi senza pericolo assegnare ai muri di rivestimento una grossezza in sommità uguale ad $\frac{1}{7}$ dell' altezza; vale a dire a $0,143\, a$, quando si dia esternamente ai muri medesimi una scarpa d' un sesto di base per uno d' altezza.

Le terre comuni leggermente inumidite premono meno i muri di rivestimento che quando sono perfettamente asciutte e polverose; poichè nel primo stato sono capaci di reggersi da sè medesime con una scarpa meno estesa di quella onde abbisognano per sostenarsi allorchè sono secche. In fatti il Rondelet sperimentò che una specie di terra ordinaria, la quale, nello stato di perfetta scioltezza e siccità, abbisognava d' una scarpa di 42°, 10', essendo alcun poco inumidita si potè sostenere con una scarpa di soli 56° alla verticale. Ma se un ammasso di terra venga ad inzupparsi di molta acqua, è forza che si gonfi, ed allora nel dilatarsi aumenta la sua pressione contro gli opposti rivestimenti. Sono in ispecial modo soggette a gonfiarsi le terre argillose, allorchè l' umidità penetra in esse, attesa la nota facoltà dell' argilla d' assorbire avidamente l' acqua, e di ritenerla pertinacemente. Vi hanno alcune specie di terre, quali sono le pantanose o fangose, e quelle così dette saponacee, le quali si sciolgono talmente nell' acqua che si stemperano in una liquida poltiglia, la quale si comporta nel premere gli opposti ripari con le stesse leggi dei liquidi. Quindi queste ultime terre e le argillose antecedentemente menzionate, allorchè è presumibile il caso che l' acqua venga talvolta ad invaderle, esigono nei rivestimenti quella stessa resistenza che abbisognerebbe se questi avessero a far fronte ad una massa liquida, di gravità specifica uguale a quella del terreno che si tratta di sostenere. Pei terreni ordinarii basterà assegnare ai muri di rivestimento quelle grossezze che si ricavano dalle condizioni meccaniche della stabilità, ovvero che si determinano per mezzo delle regole pratiche non ha guari accennate; avvertendo per altro di praticare sempre a traverso i muri frequenti aperture, che diconsi *feritoie*, alte $0^m,30$ a $0^m,40$ e larghe circa $0^m,1$, affinchè abbiano per esse sfogo le acque che potessero penetrar nell' ammasso; le quali se rimanessero ivi senza esito, non lascerebbero di produrre un aumento di spinta, e potrebbero turbare la stabilità del rivestimento.

La pressione esercitata dall' acqua contro un muro di sponda o sia contro una diga di muro sopra una fronte inclinata a scarpa di cui sia a l' altezza e p la base, essendo M la massa della diga, k la distanza della verticale condotta pel centro di gravità della diga stessa dal piede della fronte premuta, giusta le note leggi della idrostatica, è espressa da

$$\frac{a\sqrt{(a^2+p^2)}}{2}.$$

È noto che questa forza agisce normalmente alla fronte della diga nel centro di pressione, la cui distanza dalla base del muro è uguale ad $\frac{a}{3}$, essendo rispettivamente x la distanza della verticale per esso condotta dal piede esterno della diga. Riassumendo adunque le due condizioni generali della stabilità dei muri verticali

$$f(M+P)>Q;$$

$$Mk+Px>Qy;$$

troveremo nel caso che la spinta provenga dalla pressione d' una massa d' acqua,

$$P=\frac{ap}{2};\ Q=\frac{a^2}{2};\ y=\frac{a}{3},$$

e quindi le condizioni della stabilità d'una diga saranno generalmente

$$f\left\{M+\frac{ap}{2}\right\}>\frac{a^2}{2};$$

$$Mk+\frac{apx}{2}>\frac{a^3}{6}.$$

E siccome gli elementi M, k, x implicitamente contengono le dimensioni della diga, dipendentemente dalla sua forma, così, note che sieno tutte queste dimensioni, a riserva di una, si potrà questa determinare in modo che restino soddisfatte le condizioni della stabilità: ovvero, quando sieno date tutte le dimensioni, si potrà sempre conoscere se le condizioni medesime si trovino adempite.

Supponendo che la diga sia di sezione trapezia, che la sua grossezza nella sommità sia b, che la sua altezza non sia maggiore di a, cioè dell' altezza della fronte premuta, e che alla sua spalla siavi una scarpa, la cui base sia q, essendo G la gravità specifica del muro della diga, le due condizioni generali della stabilità si convertono in queste,

$$fG(2b+p+q)+fp>a;$$

$$G\{2q^2+3b(2q+b)+p(3b+p+3q)\}+p(3b+2p+3q)>a^2,$$

le quali facendo $p=q$ si trasformano in quest' altra

$$2fG(b+p)+fp>a;\ 3G(b+p)(b+2p)+p(3b+5p)>a^2,$$

che già si ottennero nell' idraulica, e si applicano al caso d' una diga rettangolare facendo in esse $p=0$.

In questa ultima ipotesi le condizioni della stabilità sono

$$2bfG>a;$$

$$3b^2G>a^2.$$

Ora se si supponga, secondo il consueto, $f=0{,}75$, $G=1{,}522$, avvertendo che la gravità specifica G del muro laterizio si riduce da 1522 a 1,522, atteso che si è qui supposta la gravita specifica dell' acqua non eguale a 1000, ma eguale ad 1, si avrà dalla prima condizione $b>0{,}44\,a$, e dalla seconda $b>0{,}47\,a$. Quindi si scorge che la stabilità d' una diga rettangolare di muro laterizio sarà sempre assicurata, quando si ponga $b=0{,}5\,a$. E poichè rarissimi sono i muri, nei quali la gravità specifica sia così piccola come quella che abbiamo supposto, e nei quali quindi la resistenza non sia maggiore che nell' addotto esempio, così rimane giustificata la regola adottata dagli ingegneri francesi di assegnare, cioè, in generale ai muri rettangolari che debbono sostenere la pressione dell' acqua, una grossezza uguale alla metà dell' altezza della colonna fluida premente.

Se l' acqua non solo si appoggi alla riva, ma venga ad investirla con una ve-

locità dovuta all' altezza s, e con l' angolo d' incidenza m, nasceranno per quest'urto due ulteriori spinte, una orizzontale espressa da $2\ a\ s$ sen. m^2, l' altra verticale, da $2\ p\ s$ sen. m^2, le quali, supponendo che agiscano alla metà dell' altezza della fronte investita, avranno rispettivamente i momenti $a^2\ s$ sen. m^2, e $p\ s$ sen. m^2

$$\left(2\,x - \frac{p}{3}\right);$$

e quindi le condizioni della stabilità saranno

$$f\left(M + \frac{a\,p}{2} + 2\,p\,s \text{ sen. } m^2\right) > \frac{a^2}{2} + 2\,a\,s \text{ sen. } m^2;$$

$$M\,k + \frac{a\,p\,x}{2} + p\,s \text{ sen. } m^2 \left(2\,x - \frac{p}{3}\right) > \frac{a^3}{6}\,a^2\,s \text{ sen. } m^2;$$

le quali facilmente si adattano ai vari casi già considerati nell' ipotesi della sola pressione, e quando si tratta d' un muro rettangolare divengono

$$2\,b\,f\,G > a + 4\,s \text{ sen. } m^2;$$

$$3\,b^2\,G > a^2 + 6\,a\,s \text{ sen. } m^2.$$

Per quanto spetta alla conservazione dei muri, ed ai ripari di quei disordini che manifestar vi si possono, dobbiamo rimandare a quanto si disse su tale proposito nell' articolo CASA in questo Supplemento (T. IV, pag. 179 e 180), ed all' articolo UMIDITÀ già più volte citato in addietro. Parimenti a quello INTRAPRENDITORE (T. XV del Supplemento, pag. 277) si è veduto quali impegni assumasi questo di responsabilità e guarentigia.

Per valutare adequatamente il costo dei muri a tre circostanze deesi particolarmente avvertire, cioè, alla quantità di materiali che realmente vi si impiegarono, a quella che di necessità dovette sprecarsi nel prepararli o metterli in opera e finalmente al costo della fattora occorsa per la costruzione di essi. Le tavole seguenti contengono un saggio di elementi relativi a così fatte determinazioni.

TAVOLA I.

Saggio di una raccolta di elementi per valutare nelle analisi estimative dei muri le quantità effettive dei materiali impiegati.

Specificazione dei lavori	Qualità dei materiali	Quantità
Preparazione d'un metro cubico di calcina di Monticelli in pasta . .	Calcina viva di Monticelli	m. c. 0,424
	Acqua	1,543
Preparazione d'un metro cubico di malta per muri di pietrame. . .	Calcina di Monticelli in pasta	0,185
	Pozzolana.	1,045
Preparazione d'un metro cubico di malta per muri di tavolozza . .	Calcina di Monticelli in pasta	0,308
	Pozzolana	0,922
Preparazione d'un metro cubico di malta per muro di mattoni. . .	Calcina di Monticelli in pasta	0,369
	Pozzolana	0,861
Preparazione d'un metro cubico di malta per cortina di mattoni rotati in costa	Calcina di Monticelli in pasta	0,554
	Pozzolana.	0,676
Preparazione d'un metro cubico di malta per mattonati	Calcina di Monticelli in pasta	0,443
	Pozzolana	0,787
Preparazione d'un metro cubico di malta per selciati.	Calcina di Monticelli in pasta	0,271
	Pozzolana.	0,959
Preparazione d'un metro cubico di malta per intonachi	Calcina di Monticelli in pasta	0,492
	Pozzolana	0,738
Costruzione d'un metro cubico di muro di pietrame informe . . .	Pietrame	1,000
	Malta	0,400
Costruzione d'un metro cubico di muro di sassi squadrati	Sassi squadrati . . .	1,000
	Malta	0,200
Costruzione d'un metro cubico di muro a grandi massi di pietra . .	Scogli o massi di pietra	1,000
	Malta	0,050
Costruzione d'un metro cubico di muro a mezzani massi di pietra. .	Massi di pietra . . .	1,000
	Malta	0,100

Specificazione dei lavori	Qualità dei materiali		Quantità
Costruzione d'un metro cubico di muro a grandi pietra da taglio . .	Pietra in conci .	m. c.	1,000
	Malta	m. c.	0,050
Costruzione d'un metro cubico di muro a pietra da taglio di mezzana grandezza	Pietra in conci .	m. c.	1,000
	Malta	m. c.	0,100
Costruzione d'un metro cubico di moro di mattoni ordinarii . . .	Mattoni . . .	n.°	491
	Malta	m. c.	0,291
Costruzione d'un metro cubico di muro di mattoni piccoli	Mattoni . . .	n.°	278
	Malta	m. c.	0,260
Costruzione d'un metro cubico di muro di mattoni grossi	Mattoni . . .	n.°	286
	Malta	m. c.	0,244
Costruzione d'un metro cubico di muro di pianelle	Pianella . . .	n.°	479
	Malta	m. c.	0,328
Costruzione d'un metro cubico di muro di mattoni quadrocci . . .	Mattoni . . .	n.°	696
	Malta	m. c.	0,295
Fabbricatura d'un metro quadrato di facciata d'un muro di pietrame .	Malta . { al più	m. c.	0,020
	{ al meno	m. c.	0,010
Rinzaffatura d'un metro quadrato di facciata d'un muro di mattoni .	Malta . . .	m. c.	0,010
Arricciatura d'un metro quadrato di facciata di muro di pietrame . .	Malta	m. c.	0,020
Arricciatura d'un metro quadrato di facciata di moro di mattoni. . .	Malta	m. c.	0,015
Costruzione di tetto impianellato, e coperto di tegole maritate in un metro quadrato di tetto	Pianelle . . .	n.°	20
	Tegole maritate .	n.°	9
Costruziona d'un metro quadrato di selciato di quadrucci in arena . .	Quadrucci . .	n.°	90
	Arena . . .	m. c.	0,170
Costruzione d'un metro quadrato di selciato di bastardoni in malta . .	Bastardoni . .	n.°	90
	Malta	m. c.	0,140
Costruzione d'un metro andante di guide in arena	Guide. . . .	n.°	3 1/3
	Arena . . .	m. c.	0,018
Costruziona d'un metro andante di lista di guide in malta	Guide. . . .	n.°	3 1/3
	Malta	m. c.	0,012
Costruzione d'un metro andante di lista di mostacciuoli in arena . .	Mostacciuoli . .	n.°	3 1/2
	Arena . . .	m. c.	0,050

TAVOLA II.

Relazione fra la quantità di materiali effettivamente impiegati nella costruzione dei muri e quella che va sprecata nell' apparecchiarli, trasportarli e metterli in opera.

Specificazione dei materiali e delle varie destinazioni di essi		Sopraggiunta in frazioni comuni	Sopraggiunta in frazioni decimali
Malta		1/20	0,050
Pietrame		1/10	0,100
Materiali laterizii		1/20	0,050
Massi di pietra greggi per la costruzione di muraglioni	al più	1/5	0,200
	al meno	1/10	0,100
Pietra da taglio	al più	1/4	0,250
	al meno	1/10	0,100
Quadrucci e altri materiali da selciati		1/25	0,040

TAVOLA III

Saggio di una raccolta di elementi per la valutazione delle fatture nelle analisi estimative dei muri.

Specificazione dei lavori e delle fatture elementari	Artefici, manovali e lavoranti occupati	Tempo occorrente
Attingimanto dell' acqua necessaria per l' estinzione d' un metro cubico di calcina	Un manovale	ore 3,00
Estinzione effettiva d' un metro cubico di calcina	Un manovale	5,00
Unione, e rimescolamento delle materie per formare un metro cubico di malta	Un manovale . { al più / al meno	20,00 / 12,00
Preparazione d' un metro cubico di polvere di mattone da impiegarsi nella composizione delle malte . .	Un manovale	65,00
Preparazione d' un metro cubico di scaglie di macigno per composizione di bitumi	Un manovale	8,00
Vagliatura o sia paleggiamento sulla ramata d' un metro cubico di miscuglio naturale di arena, o di ghiaia per separare le due materie diverse	Un manovale	2,50
Carico sulle carrinole d' un metro cubico di pietrame	Un manovale	0,80
Carico sulle carrette d' un metro cubico di pietrame	Un manovale	0,85
Carico sulle carrette d' un metro cubico di mattoni, e altri materiali laterizii	Un manovale	1,00
Scarico dalle carrette d' un metro cubico di mattoni	Un manovale	0,50
Carico e scarico d' un metro cubico di pietra da taglio da trasportarsi per mezzo di carretti tirati da manovali	Un manovale	0,75

Specificazione dei lavori e delle fatture elementari	Artefici, manovali e lavoranti occupati	Tempo occorrente
Stivamento d'un metro cubico di pietrame, affinchè se ne possa misurare il volume	Un manovale	0,70
Costruzione d'un metro cubico di sassaia sott' acqua	Un manovale	0,80
Costruzione d'un metro cubico di sassaia, con maggiore accuratezza .	Un manovale	1,00
Versamento d'un metro cubico di bitume sott' acqua	Un manovale	0,80
La stessa operazione eseguita con maggiore accuratezza	Un manovale	1,20
Fattura della massa d' un metro cubico di muro di macerie, ossia di pietrame a secco	Un muratore ed un garzone	4,00
Fattura d'un metro quadrato di facciata in un muro di pietrame a secco.	Un muratore	0,50
Fattura della massa d' un metro cubico di muro di pietrame in malta .	Un muratore ed un garzone	4,50
Idem, a qualche altezza da terra con l' uso di ponti di servigio . . .	Un muratore ed un manovale	6,50
Fattura d' un metro quadrato di faccia piana in un muro di pietrame in malta	Un muratore	1,00
Fattura d' un metro quadrato di superficie curva d' una volta di pietrame in malta	Un muratore	1,50
Fattura d' un metro quadrato di faccia d' un muro di pietrame in malta, qualora le pietre apparenti debbano essere squadrate e sgrossate dal muratore nell' atto stesso della costruzione, affinchè ne risulti una costruttura esteriore a corsi regolari	Un muratore capace . .	9,00
Fattura d' un metro quadrato di superficie curva d' una volta, qualore le pietre apparenti debbano essere conciate e sgrossate come sopra .	Un muratore capace . .	10,00

Specificazione dei lavori e delle fatture elementari	Artefici, manovali e lavoranti occupati	Tempo occorrente
Fattura d' un metro quadrato di faccia in un muro di pietrame, ove le pietre esterne debbano essere squadrate e tirate con la martellina.	Un muratore capace . .	11,00
Lo stessa fattura in un metro quadrato di superficie d' una volta. .	Un muratore capace . .	12,00
Stuccatura finale delle commettiture delle pietre sopra un metro quadrato di faccia d' un muro di pietrame	Un muratore ed un garzone	1,00
Idem, con bisogno di ponti di servizio	Un muratore ed un garzone	1,25
Fattura della massa d' un metro cubico di muro di mattoni . . .	Un muratore ed un garzone	5,00
Idem, con bisogno di ponti di servizio	Un muratore ed un garzone	7,00
Fattura d' un metro quadrato di faccia in un muro di mattoni . .	Un muratore	1,20
Fattura d' un metro quadrato di superficie in una volta di mattoni .	Un muratore	1,80
Stuccatura finale delle commettiture sopra un metro quadrato di faccia d' un muro di mattoni	Un muratore ed un garzone	1,25
Arricciatura d' un metro quadrato di faccia d' un muro di pietrame, o di mattoni	Un muratore ed un garzone	1,00
Fattura d' un metro quadrato di pelle piana sul granito francese .	Uno scarpellino . . .	28,00
Fattura di un metro quadrato di pelle piana sulla pietra calcarea dura dei contorni di Parigi denominata *roche*	Uno scarpellino . . .	9,00
Fattura d' un metro quadrato di pelle piana sulla pietra calcarea tenera, parimente de' contorni di Parigi, denominata *vergelé* . . .	Uno scarpellino . . .	3,50

Specificazione dei lavori e delle fatture elementari	Artefici, manovali e lavoranti occupati	Tempo occorrente
Segatura d' un metro quadrato d'alabastro orientale	Un segatore di marmi	20,00
Idem, di breccia d' Aleppo	Un segatore di marmi	24,21
Idem, di marmo campano verde, di marmo campano rosso, di broccatello antico, e di broccatello di Spagna	Un segatore di marmi	26,32
Idem, di marmo verde di Genova, di portoro, di breccia pavonazza, di marmo giallo di Siena, e di marmo giallo di Verona	Un segatore di marmi	29,47
Idem, di marmo comunemente detto diaspro di Sicilia	Un segatore di marmi	31,68
Idem, di verde di Susa, di verde ranocchia antico, e di breccia africana	Un segatore di marmi	33,68
Idem, di verde antico	Un segatore di marmi	34,74
Idem, di cipollino	Un segatore di marmi	35,79
Idem, di granito rosso antico	Un segatore di marmi	206,32
Idem, di porfido	Un segatore di marmi	309,47
Polimento d' un metro quadrato di alabastro orientale	Un lustratore di marmi	16,32
Idem, di marmo campano verde, di marmo campano rosso, di broccatello antico, di broccatello di Spagna, di verde di Genova, di breccia pavonazza e di breccia di Verona	Un lustratore di marmi	22,89
Idem, di portoro, di giallo di Siena, di giallo di Verona e di giallo antico	Un lustratore di marmi	25,00
Idem, di diaspro di Sicilia, di breccia africana, e di verde antico	Un lustratore di marmi	30,00
Idem, di verde di Susa, e di verde ranocchia antico	Un lustratore di marmi	31,32
Idem, di cipollino	Un lustratore di marmi	37,63
Idem, di granito orientale	Un lustratore di marmi	127,63
Idem, di porfido	Un lustratore di marmi	270,00

Specificazione dei lavori e delle fatture elementari	Artefici, manovali e lavoratori occupati	Tempo occorrente
Imbracatura d'un masso di pietra, onde possa essere sottomesso alla macchina elevatoria	Due manovali capaci per l'effettiva operazione e pel perditempo tutti quelli che fanno agire la macchina	0,50
Sollevamento d'un masso di pietra ad un metro d'altezza, col sussidio degli ordinarii apparati elevatorii .	Tutti quelli che manovrano alla macchina con l'assistenza dei due individui addatti all'imbracatura	0,10
Collocamento in opera d'un metro cubico di pietra	Un capo mastro, due mastri, ed un manovale .	5,00
Rinzaffatura d'un metro andante di commettitura nelle faccie de' muri di pietra da taglio	Un mastro ed un garzone.	0,50
Scalzatura d'un metro andante di commettiture sulle facce d'un vecchio muro di pietra da taglio, quando se ne voglia rinnovellare la rinzaffatura	Un mastro ed un garzone.	0,10
Stendimento e conguagliamento di un metro cubico di smalto per costruzione di battuti	Un mastro ed un garzone.	4,50
Battitura d'un metro quadrato di superficie d'uno strato di smalto nella costruzione de' battuti . .	Un manovale capace . .	1,50
Fattura d'un metro quadrato di selciato di quadrucci in arena . . .	Un selciaiuolo, un battitore e due garzoni . .	0,18
Idem, di selciato di quadrucci, o di bastardoni in malta	Un mastro selciaiuolo e quattro manovali . . .	0,18
Collocamento in opera d'una guida in arena nella costruzione dei selciati .	Un mastro selciaiuolo e due manovali . . .	0,09
Idem, d'un mostacciuolo in arena come sopra	Un mastro selciaiuolo e due manovali . . .	0,03
Disfacitura d'un metro quadrato di vecchio selciato in arena. . . .	Un manovale	0,14
Idem, di vecchio selciato in malta .	Un manovale	0,23

Quanto alle due prime tavole importa avvertire che gli elementi in esse indicati possono andare soggetti a notabili variazioni, per riguardo alle natare diverse dei materiali, e che quindi i dati elementari in esse riferiti per alcune particolari materie, vogliono essere cangiati, corrispondentemente a ciò che l' esperienza può aver già dimostrato per le altre materie congeneri, di cui si fa uso nelle diversità de' luoghi, ovvero a seconda dei risultamenti di sperienze appositamente istituite, ove avveggà di dover impiegare qualche materia la quale non sia stata precedentemente adoperata, o non abbia formato l'oggetto di regolari osservazioni.

I tempi degli artefici e manovali, notati nella tavola terza, per l' esecuzione dell' unità metrica de' varii lavori elementari nella classe delle opere murali, in generale non esigono spiegazione, e le seguenti applicazioni mostreranno chiaramente il modo di farne uso. Daremo soltanto alcuni essenziali avvertimenti intorno a quelle indicazioni che riguardano il taglio delle pietre. Le innumerabili specie e varietà di queste offrono gradi oltremodo differenti di durezza e d' omogeneità; e da ciò deriva che il taglio d' alcune pietre si eseguisce con facilità e poco dispendio di tempo, mentre alcune altre non si lavorano che con molta difficoltà e grande leotezza. La tavola offre i risultamenti delle osservazioni fatte dai costruttori francesi sul tempo necessario pel lavoro effettivo di tre specie di pietre, cioè il granito indigeno della Francia, la pietra calcarea dura denominata *roche*, che si cava nei dintorni di Parigi, e che può forse paragonarsi al nostro travertino, e l'altra calcarea tenera, che cavasi pure negli stessi dintorni, ed ha la denominazione di *vergelé*. Il granito della Francia ha la sua gravità specifica compresa fra 2640 e 2854; nella calcarea dura il peso specifico è di 2094; e nella calcarea tenera di 1831. Queste tre specie si possono assumere nella numerosissima serie delle pietre da costruzione siccome i termini ordinarii della massima, della media e della minima durezza, e conseguentemente della minima, della media e della massima trattabilità. Quindi, in difetto di particolari osservazioni sulle varie pietre da costruzione che si trovano e si adoperano in altri paesi, e dove non abbiasi l' opportunità di sottometterle ad apposite sperienze, all' uopo di scoprire la quantità del tempo necessario al lavoro di esse, potranno valere i tempi conosciuti del lavoro delle anzidette tre specie, in qualità di limiti, o termini di confronto, per attribuire valori intermedii verisimili ai tempi occorrenti pel lavoro di qualsivoglia altra pietra, secondo che pei caratteri apparenti di questa, e pei risultamenti di qualche tentativo, sarà dato giudicare che per la sua durezza, si accosti piuttosto all' uno o all' altro degli anzidetti termini di confronto. Nella stessa tavola si troveranno particolarmente registrati i tempi elementari del lavoro d' alcuni marmi, che sogliono essere semplicemente adoperati ne' più sontuosi edificii, o per minuti oggetti di decorazione.

Siccome poi l' esperienza ha fatto conoscere che la difficoltà del taglio cresce o diminuisce secondo la diversa durezza ed omogeneità delle pietre, sempre però, se non altro prossimamente, in una medesima proporzione da una ad un' altra specie, quando sia la stessa la qualità e quantità di lavoro che debba eseguirsi sull' una e sull' altra, così una volta che si conoscano le relazioni che regnano fra i tempi elementari occorrenti per effettuare le varie maniere di taglio in qualunque specie di pietra, basterà notare il tempo elementare per l' esecuzione di una delle diverse maniere di taglio sopra una pietra d' altra specie, per poterne

dedurre i tempi elementari per ogni altra sorta di lavoro di questa seconda specie. Ora in pratica si è adottato di esprimere i tempi elementari delle diverse sorta di tagli per mezzo delle rispettive relazioni che hanno al tempo elementare della fattura della pelle piana, cioè al tempo che uno scarpellino impiega nella riduzione a pelle piana rustica d'un metro quadrato di superficie di pietra; relazioni che si poterono conoscere con la scorta dell'esperienza. Per tal modo si è potuto generalmente stabilire che, chiamando x il numero delle ore che un maestro scarpellino dee impiegare per la fattura d'un metro quadrato di pelle piana rustica sopra qualsivoglia specie di pietra, i tempi elementari di tutte le diverse sorta di tagli che possono occorrere sulle pietre hanno i loro rispettivi valori espressi come segue:

1. Tempo di mastro scarpellino per la fattura d'un metro quadrato di pelle piana rustica . . . . = x ore

2.° Per la fattura d'un metro quadrato di pelle piana *liscia* o *polita*, vale a dire orsata, rotata e stuccata . = $1{,}75\,x$

3.° Per la fattura d'un metro quadrato di pelle centinata rustica, supponendo che sia r il raggio osculatore della curvità della superficie . . . . = $\left\{1+\frac{0{,}75}{r}\right\}x$

4.° Per un metro quadrato di pelle liscia centinata. = $\left\{1+\frac{0{,}75}{r}\right\}1{,}75\,x$

5.° Per la riduzione d'un metro quadrato di facce laterali, pegli scambievoli congiungimenti a contatto delle pietre, o sia, secondo l'espressione comune degli scarpellini romani, per un metro quadrato di squadrature . . . . . . = $0{,}8\,x$

6.° Per un metro quadrato di posamento o di rifilatura, che così dicesi la riduzione di quelle facce dei conci che non devono andare a contatto d'altri conci . . . . = $0{,}3\,x$

7.° Tempo che un segatore impiega ad eseguire un metro quadrato di segatura . . . . = $6{,}1\,x$

8.° Il tempo necessario per ritoccare le facce delle pietre, dopo che sono state messe in opera, si può calcolare ordinariamente $\frac{1}{10}$ del tempo occorrente per la prima formazione delle facce stesse.

Quando si considera la fattura delle facce de' conci si suppone che i massi abbiano la forma e le dimensioni convenienti all'uso cui sono destinati, e quindi che non debba levarsi intorno ad essi che quella sola quantità di scaglie rustiche, che importa appunto per la perfetta riduzione delle loro facce. Ma qualora sia duopo levare in iscaglie falde più o meno grosse ne' fianchi de' massi, ovvero formarvi degl' incavi, questo taglio dev'essere considerato a parte, ed esige una quantità di tempo proporzionale al volume della materia, o sia come dicesi comunemente del *rustico*, che dee essere mandato in iscaglie, la quale si esprime

pure per la relazione che ha col tempo x della fattura d'un metro quadrato di pelle piana rustica, ed ha i seguenti valori, secondo che la materia deve essere staccata tutta sopra un medesimo piano, ovvero deve essere scavata dentro uno spazio di maggiore o minore ampiezza.

9.° Tempo di uno scarpellino per levare in iscaglie un metro cubico di pietra, o, come dicesi comunemente, di rustico, senza formazione d'incavo . . . . = 10 x

10.° Per levare un metro cubico di scaglie nella formazione d'incavi di luce non minore di $0^{m.q.}$,0100 . . . . = 20 x

11.° Per un metro cubico di scaglie da levarsi, onde formare degl'incavi, ciascuno dei quali abbia una luce compresa fra $0^{m.q.}$,0100, e $0^{m.q.}$,0025 . . . . = 50 x

12.° A mandare in iscaglie un metro cubico di rustico per formare incavi di luce minore di $0^{m.q.}$,0025 . . . . = 100 x

13.° La fattura di levare un metro cubico di scaglie dai conci esistenti in opera esige $\frac{1}{10}$ di più del tempo che occorrerebbe per eseguirla prima che le pietre andassero in opera.

14.° La formazione delle cornici, o sia la fattura della pelle scorniciata, richiede maggiore o minor tempo secondo la maggiore o minore quantità di rustico che dee levarsi in iscaglie, secondo la maggiore o minore minutezza e curvatura delle modanature ed in proporzione dell'area sviluppata della superficie che dee essere lavorata. Su questo proposito non può adunque stabilirsi come pei precedenti un dato medio generalmente adottabile; ed il tempo elementare verisimilmente necessario per l'esecuzione di questa sorta di lavori dev'essere dedotto, con gli accennati riguardi, dalle forme e dalle dimensioni dell'intaglio.

I valori elementari delle pietre naturali e laterizie, e dei componenti delle malte, talvolta conviene che sieno desunti dai prezzi mercantili, e ciò succede segnatamente ne' luoghi, ove le continue occasioni di lavori mantengono vivo il commercio de' materiali da fabbrica. Così in Roma tanto la varie pietre da costruzione, quanto i materiali laterizii, la calce e la pozzolana si vendono a' magazzini di traffico, alle fornaci e alle cave, a prezzi di piazza, i quali variano da un'epoca all'altra, dipendentemente dalle variazioni che succedono nei prezzi delle braccia necessarie allo scavo ed all'apparecchio delle varie materie, come pure nei noleggi dei veicoli occorrenti pel trasporto delle materie stesse dalle fornaci, o dalle cave ai luoghi di spaccio; e dipendentemente altresì dalla maggiore o minore affluenza delle ricerche. Ordinariamente i prezzi mercantili dei materiali sono appropriati ad unità convenzionali di misura o di peso; ad eccezione dei materiali laterizii, che sogliono generalmente vendersi a prezzi individuali, vale a dire a tanto il cento, ovvero a tanto il migliaio. Le speciali dimensioni de' laterizii sono poi determinate dalle consuetudini o dagli statuti locali. In Roma, per esempio, la misura mercantile per le pietre e pei materiali minuti è la carrettata, che è una

quantità convenzionale di volume o di numero, e per le diverse specie di materiali ha valori diversi.

Ai prezzi elementari, che i materiali costano alle cave, alle fornaci o ai magazzini di spaccio, va aggiunta la spesa necessaria per trasportarli al luogo dove devono essere impiegati, per ottenerne i veri importi elementari, cui dovranno essere valutati nella stima dell' opera. La spesa del trasporto d' un metro cubico di qualsivoglia materia consiste nella spesa del carico e dello scarico, la quale risulta dal moltiplicare la mercede oraria dell' operaio ed il tempo che questi impiega a caricare sui veicoli un metro cubico di quella specie di materia, e quindi a scaricare la stessa quantità di materia quando è arrivata al suo destino; e nella spesa del trasporto effettivo, la quale si ottiene moltiplicando il prezzo giornaliero del veicolo pel tempo che impiega nel trasportare un metro cubico di materia dal luogo del carico a quello dello scarico, compresevi le fermate necessarie acciò la materia sia caricata e scaricata. La tavola III ci dà il tempo che abbisogna perchè un manovale carichi sulle carrette o sulle barozze, e quindi scarichi da esse un metro cubico di ciascuna delle varie specie di materiali che appartengono alle costruzioni murali. Che se si chiami in generale u questo tempo, e dicasi n il numero de' manovali che contemporaneamente s' impiegano ad eseguire il carico e lo scarico d' un medesimo veicolo, il ritardo del veicolo per aspettare il carico, e lo scarico d' un metro cubico di materia sarà $= \frac{u}{n}$. Supponendo quindi che c sia la capacità del veicolo relativamente alla qualità della materia che deve essere trasportata, d la distanza che da esso viene percorsa in un' ora, x la distanza variabile dei trasporti; il tempo t che il veicolo impiega per ciascun metro cubico di quella tal materia, trasportato alla distanza x, sarà dato alla formula

$$t = \frac{u}{n} + \frac{2x}{cd},$$

prendendosi l' ora per unità di tempo. Ciò posto, come, dato il prezzo elementare del materiale allo spaccio di esso, e data la distanza del trasporto, si possa facilmente dedurre il costo elementare del materiale stesso nel luogo ove è destinato ad impiegarsi, apparirà dal seguente esempio.

Analisi del costo elementare di un migliaio, ossia di $1^{m.c.},445$ di mattoni romani ordinarii delle fornaci esistenti fuori della porta Cavalleggeri, da impiegarsi dentro Roma in una fabbrica distante dalle dette fornaci 1350^{m}.

Costo di compera di 1000 mattoni alle fornaci	5sc.,400	29fr.,00
Tempo di ore 2,17 d' un manovale pel carico, e per lo scarico sopra carrette, in ragione d' ore 1,50 per metro cubico, come alla tavola III, a bai. 2,33 l' ora	0 ,072	0 ,39
Un ventesimo per le spese accessorie	0 ,004	0 ,03
	5 ,476	29 ,42.

Riporto	5 ,476	29 ,42
Tempo d'ore 2,98 di una carretta, in ragione d'ore 2,06 per ogni metro cubico di mattoni, come risulta dalla formula $t = \frac{u}{n} + \frac{2x}{cd}$, facendo in essa $u = 1{,}50$, $n = 3$, $d = 3600$, e $c = 0{,}481$ che è il volume d'una carrettata di mattoni ordinarii; a bai. 11,1 l'ora, ossia ad uno scudo al giorno, supponendo la giornata d'ore nove . .	0 ,331	1 ,08
Costo di un migliaio di mattoni nella fabbrica	5^sc.,807	30^fr.,50.

I prezzi elementari delle pietre naturali, dell'arena, della pozzolana, devono il più delle volte essere determinati per mezzo di circostanziate analisi che raccolgano tutte le spese necessarie per lo scavo, per la cocciatura e pel trasporto delle materie al luogo dove ne occorre l'impiego, tenuto anche conto, se fia duopo, dell'indennizzazione o del diritto di cava dovuto al proprietario del fondo, donde si trae il materiale. L'analisi che qui soggiungeremo appartiene ad uno di questi casi.

Analisi del costo d'un metro cubico di tufo vulcanico in pietrame da estrarsi alla cava detta di Saccopastore, in vicinanza del ponte Nomentano, e da trasportarsi in un punto della via Nomentana distante 3238^m dalla cava, per essere ivi adoperato nella costruzione d'un muro di rivestimento a sostegno della strada

Indennizzazione o diritto di cava			0^sc.,075	0^fr.,41
Tempo d'ore 3 di uno scavatore per lo scavo effettivo, e per lo spezzamento de' massi, a bai. 4,4 l'ora	0^sc.,130	0^fr.,70		
Tempo d'ore 1,28 d'un garzone pel carico e per lo scarico, a bai. 3,3 l'ora .	0 ,042	0 ,23		
Importo dello scavo, spezzamento, carico e scarico			0 ,172	0 ,93
Un quindicesimo per le spese accessorie in considerazione del molto consumo di ferri, e della polvere che occorre per le mine			0 ,011	0 ,06
Tempo di ore 5,52 di una carretta, che risulta dalla formula solità, facendo in essa $u = 1{,}28$, $n = 3$, $d = 3600$, $c = 0{,}353$, ed $x = 3238$, a bai. 11,1 l'ora			0 ,614	3 ,30
Quindi sarà il costo d'un metro cubico di pietrame al luogo della costruzione di			0 ,872	4 ,70.

Alcune volte la provvisione de' materiali fossili viene data in appalto, ed allora l'impresario assume di fornire la quantità che occorre di ciascun materiale nel luogo del lavoro ad un tanto al metro cubico. Ove si voglia adottare questo sistema, si

rende necessario che il materiale, di mano in mano che arriva nel luogo destinato, venga disposto in mucchi di forma regolare, affinchè si possa misurarne il volume, e darne giusto credito al fornitore. Quindi nella determinazione del costo elementare del materiale deesi in tal caso tener conto della effettuazione dell' ammucchiamento. A sì fatta ipotesi appartengono i due seguenti esempii.

I. Analisi del costo d' un metro cubico di tufo in pietrame, che proviene dalla predetta cava di Saccopastore, portato ed ammucchiato nel luogo del muro di sostegno, secondo ciò che si suppose nella precedente analisi.

Diritto di cava			0$^{sc.}$,075	0$^{fr.}$,41
Scavo, spezzamento, carico e scarico come sopra	0$^{sc.}$,172	0$^{fr.}$,93		
Tempo di ore 0,70 di un manovale per l' ammucchiamento	0 ,023	0 ,13		
Spesa totale di scavo ed altro, ed ammucchiamento			0 ,195	1 ,06
Un quindicesimo per le spese accessorie			0 ,013	0 ,07
Trasporto come sopra			0 ,614	3 ,30
Costo d' un metro cubico di pietrame			0 ,897	4 ,84.

II. Analisi del costo d' un metro cubico di pozzolana delle cave di Casalbrugiato, a destra della via Tiburtina, trasportata ed ammucchiata presso la via Nomentana al luogo del prefato muro di sostegno, distante dalle dette cave di Casalbrugiato 6330^{m}.

Costo di compera d' un metro cubico di pozzolana alla cava			0$^{sc.}$,212	1$^{fr.}$,14
Tempo d' ore 0,70 d' un manovale pel carico sulle carrette	0$^{sc.}$,023	0$^{fr.}$,13		
Tempo d' ore 0,60 d' un manovale per l' ammucchiamento	0 ,020	0 ,11		
Spesa del carico e dell' ammucchiamento			0 ,043	0 ,24
Un ventesimo per le spese accessorie			0 ,002	0 ,02
Tempo d' ore 10,21 d' una carretta, dedotto dalla formula generale dei trasporti delle terre con le opportune sostituzioni, a baj. 11,1 l' ora			1 ,133	6 ,09
Importo d' un metro cubico di pozzolana			1 ,390	7 ,49.

Per la fabbricazione dei muri, dei selciati, degl' intonachi, occorrono le malte, le quali risultano, siccome è noto, dal miscuglio e dall' impasto della calcina con l' arena o con la pozzolana, ovvero con altre sostanze destinate a far le veci dell' arena. La malta è adunque un materiale composto, il cui prezzo elementare è duopo che venga determinato con apposita analisi, per poterne introdurre poi il

valore nella determinazione analitica del costo elementare della costruzione murale, che si dee valutare. Siccome poi alle fornaci o ai magazzini di spaccio, si acquista la calce viva, e questa vuol essere estinta prima di essere impiegata nella composizione delle malte, così prima di tutto importa dedurre dal prezzo della calce viva, e delle spese necessarie per trasportarla dove occorre, e per effettuarne l'estinzione, l'importo elementare della calce spenta. Questa deduzione esige che si conosca qual volume di calce smorzata risulti dall'estinzione regolare d'un metro cubico di calce viva. Le varie qualità delle pietre calcaree danno risultamenti molto differenti l'una dall'altra per questo riguardo; quindi fa duopo prender lume su questo particolare da diligenti e ripetuti esperimenti, istituiti espressamente sopra quelle calci di cui è destinato che debba farsi uso.

Un metro cubico di calce viva di Monticelli, che è quella che più generalmente si adopera in Roma, in una regolare estinzione produce $2^{m.c.},357$ di calce in pasta. Si è poi conosciuto per esperienza che per formare un metro cubico di calce viva ne occorrono libbre romane 3000, cioè pesi mercantili 7,5, pari a chil. 1018. Assunti questi dati particolari, perchè apparisca il metodo pratico di determinare il costo elementare della calce smorzata, potrà giovare il seguente esempio.

Analisi dell'importo d'un metro cubico di calce di Monticelli in pasta.

Costo di compera di un metro cubico di calce viva di Monticelli, equivalente a pesi mercantili 7,5, al prezzo di uno scudo al peso, in qualsivoglia punto di Roma e delle sue adiacenze	$7^{sc.},500$	$40^{fr.},28$
Tempo di cinque ore di un garzone muratore impiegato a rimescolare la pasta, perchè l'estinzione succeda perfettamente e compiutamente, supponendo che non sia duopo trasportare l'acqua necessaria per la estinzione, potendosi approfittare di qualche fontana vicina, per mezzo di un condotto provvisionale, come ordinariamente accade in Roma; a baiocchi 4 l'ora	0 ,200	1 ,08
Un decimo per le spese accessorie, compresa quella dello scavo o dell'affitto della fossa	0 ,020	0 ,11
Costo di $2^{m.c.},357$ di calce smorzata, che risultano, come si è detto, dall'estinzione regolare d'un metro cubico di calce viva	$7^{sc.},720$	$41^{fr.},47$
Quindi si deduce che l'importo d'un metro cubico di calce in pasta è di	$3^{sc.},275$	$17^{fr.},59$.

Nella terza tavola vedonsi assegnate tre ore di manovale per lo attignimento, trasporto e versamento dell'acqua che occorre all'estinzione d'un metro cubico di calce viva, nell'ipotesi che il ricettacolo a cui l'acqua deve essere attinta sia prossimo al calcinaio. Tuttavia il tempo impiegato dal garzone acquaiuolo, quando anche l'acqua sia a pochissima distanza dal calcinaio, può essere vario d'assai,

secondo le qualità diverse della calce; mentre si sa che alcune si smorzano perfettamente con una quantità d'acqua di peso non maggiore di quello della pietra calcinata, altre ne assorbono nella estinzione una quantità copiosa, che giugne talvolta fino a 3,60 del detto peso, ed altre finalmente ne vogliono una quantità media, maggiore o minore, dentro agli indicati limiti. Conviene adunque che la esperienza corregga, quando sia duopo, questo dato essenziale per la determinazione del prezzo elementare della calce spenta; ed è pure da presumersi che talvolta possa anche occorrere modificare l'altro dato del tempo necessario pel mescolamento della pasta, cui nella tavola è assegnato il valore costante di ore cinque, atteso che quelle calci le quali assorbono molta acqua richiedono altresì una più lunga manipolazione per sciogliersi perfettamente, e quelle che assorbono poca quantità d'acqua giungono pure a macerarsi con un breve mescolamento. Qualora poi l'acqua esistesse a qualche distanza dal calcinaio, converrebbe valutarne giustamente il trasporto: ciò potrebbe ottenersi mediante la formula generale che esprime il tempo impiegato da un veicolo a trasportare ad una data distanza un metro cubico di qoalsivoglia materia; la quale formula sarebbe anche applicabile al caso in cui, a motivo della scabrosità dei sentieri, l'acqua non potesse essere portata che a schiena di giumenti o di manovali. A fine di rendere in simili casi più semplice la valutazione del trasporto gioverà supporre che la calce abbia ad essere smorzata in prossimità dell'acqua, e che quindi la pasta debba essere recata al luogo del lavoro per mezzo di veicoli tirati da cavalli o da bovi, ovvero per mezzo di carriuole, se la distanza non fosse molta, se non vi fosse strada praticabile dai grossi veicoli. Così, per esempio, se nel caso che ha dato argomento alla precedente analisi, non potesse aversi l'acqua per l'estinzione della calce che a distanza di 300^m dal luogo della fabbrica, la determinazione definitiva del costo d'un metro cubico di calce spenta, essendo eseguibile il trasporto della pasta per mezzo di carrette usuali, potrebbe essere effettuata come segue.

Costo d'un metro cubico di calce spenta al calcinaio, come risulta dalla precedente analisi	$3^{sc.}$,275	$17^{fr.}$,59
Tempo d'ore 0,80 d'un manovale pel carico sulle carrette . .	0 ,032	0 ,18
Un ventesimo per le spese accessorie	0 ,002	0 ,02
Tempo d'ore 0,72 d'una carretta, dedotto dalla solita formola, fattovi $\frac{u}{n} = 0{,}25$, per trasporto delle terre a bai. 11,1 all'ora	0 ,080	0 ,43
Costo d'un metro cubico di calce spenta portata al luogo della fabbrica	$3^{sc.}$,389	$18^{fr.}$,22.

Stabiliti gli importi elementari della calce smorzata, e dell'arena o di qualche altra sostanza che debba farne le veci, per passare alla valutazione della malta, è duopo che sia noto in quale proporzione devono essere mesciuti insieme i due ingredienti, cioè la calce in pasta e l'arena, corrispondentemente alle qualità particolari di queste sostanze, ed agli usi diversi cui le malte possono essere destinate.

All' articolo Malta (T. XXI di questo Supplemento, pag. 107) si è riferito quali sieno le proporzioni comunemente adottate in Roma fra la calce spenta e la pozzolana, per la composizione delle diverse malte destinate alle varie specie di costruzioni murali. Per analizzare il costo elementare della malta è indispensabile un'altra cognizione, cioè quale relazione esista fra il volume di malta, che risulta dalla fisica mescolanza delle due materie componenti nella prescritta scambievole proporzione, e la somma aritmetica dei volumi parziali delle due sostanze; poichè è di fatto che generalmente, quando queste si mescono e si immedesimano, avviene in esse una certa compenetrazione, per cui il volume del miscuglio risulta minore della somma dei volumi delle due materie componenti. Ma in questo fenomeno non si osserva una legge costante, ed il suo effetto si manifesta in grado ora maggiore or minore, secondo le varie qualità delle sostanze, e la proporzione in cui si uniscono; laonde l' anzidetta relazione che ne costituisce la misura importa che sia conosciuta per esperienza nelle diverse specie di malte, che risultano dall' unione di date sostanze componenti in date proporzioni. Per le malte composte di calce di Monticelli e di pozzolana delle cave intorno a Roma, si è potuto raccogliere dai risultamenti d' alcune sperienze che la relazione della somma dei volumi delle materie componenti al volume che fisicamente risulta dall' impasto di esse, sta come 123 : 100. Con questo dato, valendosi dei prezzi elementari della calce spenta e della pozzolana, che vennero precedentemente determinati, nell' ipotesi del muro di sostegno da costruirsi a fianco dalla via Nomentana, daremo il seguente saggio per la ricerca analitica del prezzo elementare della malta.

Analisi dell' importo d' un metro cubico di malta composta di calcina di Monticelli e di pozzolana, nella proporzione di 15 a 85, trattandosi di malta destinata alla costruzione d' un muro di pietrame.

Prezzo di $0^{m.c.}$,155 di calcina in pasta, a $3^{sc.}$,389 il metro cubico, come nella precedente analisi	$0,^{sc.}627$	$3^{fr.},37$
Prezzo di $1^{m.c.}$,045 di pozzolana, a $1^{sc.}$,390 al metro cubico	1 ,452	7 ,80
Tempo di ore dodici di un garzone muratore per l' impasto della malta	0 ,480	2 ,58
Un decimo per le spese accessorie	0 ,048	0 ,26
Costo di un metro cubico di malta per muri di pietrame.	$2^{sc.}$,607	$14^{fr.}$,01.

Determinati i prezzi elementari della malta e del pietrame, e conosciute le mercedi giornaliere del mastro muratore e del manovale, in misura competente al luogo ed alla stagione in cui l' opera dovrà eseguirsi, si procede alla ricerca analitica del costo elementare del divisato muro di pietrame. La tavola I ne avverte che per la costruzione d' un metro cubico di muro di questa specie occorre l' impiego effettivo d' un metro cubico di pietrame e di metri cubici 0,400 di malta. Nella tavola II troviamo che sul pietrame la perdita o lo spreco è uguale ad un decimo della quantità che ne va effettivamente in opera, e che sulla malta lo spreco non è che un ventesimo della quantità che realmente s' impiega. Dalla tavola III sappiamo che per la fattura d' un metro cubico di muro di pietrame occorrono ore quattro

e mezzo d' un muratore e d' un manovale. Finalmente si sa, per convenzione dei pratici, appoggiata ai risultamenti delle osservazioni, che la massa delle spese accessorie nei lavori murali in generale si ragguaglia ad un decimo della somma delle spese d' opera manuale. Con questi dati il costo d' un metro cubico di muro si deduce dalla seguente analisi.

Costo d' un metro cubico di pietrame in costruzione effettiva, a $0^{sc.},897$ al metro cubico	$0^{sc.},897$	$4^{fr.},82$
Più un decimo per lo spreco	0 ,090	0 ,49
Costo di $0^{m.c.},400$ di malta in costruzione effettiva a $2^{sc.},607$ al metro cubico	1 ,043	5 ,61
Più un ventesimo per lo spreco	0 ,052	0 ,28
Tempo d' ore 4,5 d' un mastro muratore e d' un manovale, il primo a bai. 6, il secondo a bai. 4 all' ora . .	0 ,450	2 ,42
Un decimo per le spese accessorie	0 ,045	0 ,25
Somma degl' importi di materiale, fatture e spese accessorie	2 ,577	11, 87
Un decimo di provvisione	0 ,258	1 ,18
Costo d' un metro cubico di muro di pietrame	$2^{sc.},835$	$13^{fr.},50$.

Quando si tratta di muri di mattoni, il numero di questi e la quantità della malta occorrenti per la costruzione d' un metro cubico di muro debbonsi dedurre dalle dimensioni individuali de' mattoni che debbono impiegarsi, e dalla grossezza di quella falda di malta che circonda all' intorno ciascun mattone e lo tiene unito ai circostanti. A tutto rigore anche la grossezza del muro da costruirsi dovrebbe farsi entrare nel calcolo; ma ciò si ommette per rendere più semplice la determinazione, essendo del resto trascurabili gli errori che derivano da tale omissione. Sia v il volume del mattone, quale risulta dalle sue dimensioni lineari, e v' il volume della malta che l' avviluppa; talmente che ciascun mattone in opera con l' inviluppo della malta occupi uno spazio eguale a $v + v'$. Quindi il numero dei mattoni contenuti in un metro cubico di muro sarà $= \frac{1}{v+v'}$. E siccome questi spogliati di malta formano un volume $= \frac{v}{v+v'}$, così il volume della malta in un metro cubico di muro sarà

$$= 1 - \frac{v}{v+v'} = \frac{v'}{v+v'}.$$

Per esempio, se si dovesse costruire un muro di mattoni romani ordinarii, essendo in una costruzione regolare un centimetro la grossezza della falda di malta che separa un mattone qualunque da qualsivoglia dei circostanti, si avrebbe $v = 0,001445$, $v' = 0,000593$, e quindi sarebbe in ogni metro cubico di muro il numero dei mattoni $\frac{1}{v+v'} = 491$, ed il volume della malta $\frac{v'}{v+v'} = 0,291$ metri cubici. Quindi il prezzo elementare d' un metro cubico di muro di mat-

toni ordinarii risulterà dalle due seguenti analisi, la prima diretta a determinare il prezzo elementare della malta, la seconda che conduce alla determinazione del cercato importo elemeotare del muro. Soppnnendo che la costruzione debba effettuarsi dentro Roma, si calcoleranno i mattoni al prezzo già trovato di $5^{sc.},807$ al migliaio, e si valuterà la pozzolana al prezzo mercantile, che è di uno scudo al metro cubico, portata a qualsivoglia punto nell'interno di Roma. .

I. Analisi del costo d'un metro cubico di malta per muro di mattoni, composto di calcina di Monticelli e di pozzolaoa, nella relazione di 30 : 70.

Importo di $0^{m.c.},369$ di calcina in pasta, a $3^{sc.},275$ al metro cubico, supponendo che l'estinzione possa eseguirsi nel luogo della fabbrica, senza che sia duopo di trasportare nè di attingere l'acqua	$1^{sc.},108$	$5^{fr.},95$
Importo di $0^{m.c.},861$ di pozzolana, ad uno scudo al metro cubico	0 ,861	4 ,62
Tempo d'ore 15 d'un manovale per l'impasto a bai. 3,5 l'ora, trattandosi di lavoro in città	0 ,525	2 ,82
Un decimo per le spese accessorie	0 ,052	0 ,28
Costo d'un metro cubico di malta per muri di mattoni . .	$2^{sc.},546$	$13^{fr.},67$.

II. Analisi del costo d'un metro cubico di muro di mattoni ordinarii.

Importo di mattoni 491 in costruzione effettiva, a $5^{sc.},807$ al migliaio	$2^{sc.},851$	$15^{fr.},31$
Più un ventesimo per lo spreco	0 ,143	0 ,77
Importo di $0^{m.c.},291$ di malta in costruzione effettiva a $2^{sc.},546$ al metro cubico, come nella precedente analisi	0 ,741	3 ,98
Più un ventesimo per lo spreco	0 ,037	0 ,20
Tempo d'ore 5 d'un mastro e d'un manovale, il primo a bai. 5, il secondo a bai. 3,5 all'ora	0 ,425	2 ,29
Uo decimo per le spese accessorie	0 ,042	0 ,22
Costo d'un metro cubico di moro di mattoni . . .	$4^{sc.},239$	$22^{fr.},77$.

Nella costruzione de' muri di pietrame, o di materiale laterizio, però, oltre la formazione della massa, ch'è il solo lavoro da noi fin qui considerato, e che produce una spesa proporzionale al volume del solido che dee costruirsi, avvi un altro genere essenziale di lavoro che vuol essere valutato a parte, perchè il suo importo non segue le proporzioni del volume, ma bensì quella dell'aree delle fronti o paramenti delle masse murali. Questo articolo coosiste nell'esecuzione delle pratiche opportuoe per disporre le pietre lungo le fronti in guisa tale che riescano tirate perfettamente a filo e a piombo, o con una giusta scarpa prefissa, se si tratti di muri verticali, ovvero a seconda delle sagome e delle centine stabilite, qualora si tratti di muri curvi o di volte; a ciò si aggiugoe la fattura di riempire di malta o rabboccare i vani che restano fra le pietre sulle fronti

de' muri, la quale non vuole essere ommessa nell' atto della prima costruzione, sebbene debba poi essere ripigliata e compiuta con maggiore accuratezza, quando si viene ad eseguire il finale stuccamento, o la generale rinzaffattura delle facce dei muri nuovi. Nella tavola III si indica il tempo necessario per l'esecuzione di questa parte essenziale della prima costruzione dei muri. La tavola I assegna la quantità di malta che si presume potere abbisognare per tale operazione; quantunque, a ben esaminare la cosa, sembri che la malta necessaria all' uopo di cui qui si tratta non dovesse essere valutata a parte, ma bensì considerarsi compresa nella quantità già valutata nell' importo della costruzione della massa del muro. A fare la compiuta stima della costruzione dei muri è dunque duopo aggiungere all' analisi del costo elementare del volume un' altra analisi, per cui si determini il costo elementare delle fronti; e di comprendera poscia nel ristretto estimativo tanto il prodotto del totale volume pel suo prezzo elementare, quanto il prodotto della somma della superficie di tutte le fronti per l' importo d' un metro quadrato di paramento; avendo a tale effetto riportati distintamente nel prospetto metrico i volumi parziali, e la somma di essi, e così l' aree delle varie fronti, e la superficie totale che le compongono. Nei due casi precedentemente trattati del muro di pietrame, e del muro di mattoni, gl' importi elementari de' paramenti risulterebbero dalle due analisi che qui riportiamo.

I. Analisi del costo della costruzione d' un metro quadrato di fronte per un muro di pietrame, ecc.

Costo di $0^{m.c.}$,020 di malta in effettiva costruzione al prezzo di $2^{sc.}$,607 al metro cubico	$0^{sc.}$,052	$0^{fr.}$,28
Più un ventesimo per lo spreco	0 ,003	0 ,02
Tempo d' un' ora del solo muratore	0 ,060	0 ,33
Un decimo per le spese accessorie	0 ,006	0 ,04
Somma di materiale, fattura e spesa accessorie	0 ,121	0 ,67
Un decimo di provvisione	0 ,012	0 ,06
Costo d' un metro quadrato di fronte del muro di pietrame	$0^{sc.}$,133	$0^{fr.}$,73.

II. Analisi del costo della costruzione d' un metro quadrato di fronte per un muro di mattoni, ecc.

Costo di $0^{m.c.}$,010 di malta in costruzione effettiva al prezzo di $2^{sc.}$,546 al metro cubico	$0^{sc.}$,025	$0^{fr.}$,14
Più un ventesimo per lo spreco	0 ,001	0 ,01
Tempo d' ore 1,20 del semplice muratore a baiocchi 5 l' ora	0 ,060	0 ,33
Un decimo per le spese accessorie	0 ,006	0 ,04
Somma degli importi del materiale, della fattura e delle spese accessorie	0 ,092	0 ,52
Un decimo di provvisione	0 ,009	0 ,05
Costo d' un metro quadrato di fronte del muro di mattoni	$0^{sc.}$,101	$0^{fr.}$,57.

Le costruzioni di pietra da taglio, le scogliere, l'impiego degli smalti o getti nella struttura delle muraglie subacquee, i pavimenti, gl' intonachi, le coperture dei tetti, le selciature, la fabbrica delle volte e delle parti superiori dei muri offrirebbero vasto campo d' altre utili applicazioni in quest' argomento intorno alle stime delle opere murali. Ma quegli esempi, sui quali ci siamo fermati, giudichiamo che possano essere sufficienti a mostrare la via da tenersi ne' moltiplici altri casi che possono presentarsi nella pratica dell'arte edificatoria.

(Nicola Cavalieri San Bertolo — Rondelet — Gourlier — H. Mangon — F. Malepeyre — Nicholson — Vincenzo Tuzzi — Labbè — Delaveleye — G.**M.)

MURALE. Vale di muro o che appartiene a muro.

(Alberti.)

Murale. Diconsi pure quelle piante che crescono sulle mura o lunghesse.

(Omodei.)

MURAMENTO. V. Muraglia.

MURARE. Connettere insieme sassi, mattoni o simili con calcina od altro per fare muri ed edifizii. (V. Muraglia.)

(Alberti.)

Murare. Vale altresì circondar di muro, rinchiudere con mura.

• (Alberti.)

Murare *una casa*. Vale fabbricarla.

(Alberti.)

Murare *una porta, una finestra o simili*. Turarne il vano con muro.

(Alberti.)

Murare *a cassa, a secco*. V. Muraglia.

Murare. Dicesi anche in generale per costruire checchessia.

(Alberti.)

Murare. Legare qualsiasi cosa con cemento. (Cellini.)

MURATA. Nell' architettura militare dicesi la cittadella o la parte più forte di essa. (Alberti.)

Murata. Il fianco interno della nave sopra la coperta, ossia l'opera morta della parte di dentro della nave.

(Stratico.)

MURATO Chiusura di muro.

(Giunte padovane al Voc. della Crusca.)

MURATORE. V. Muraglia.

MURAZZI. È questa una parola propria del veneto dialetto, ma resa notissima presso tutti gli Italiani e stranieri che visitarono o, per lo meno, intesero annoverare le cose per le quali la città nostra distinguesi: ed è una grande diga posta a freno del mare, affinchè, rompendo quella lingua di terra che forma il litorale, non penetri nelle lagune in guisa da cagionare danni ad esse ed alla città di Venezia che ne è circondata. Conosciuto avevano questo bisogno i Veneti primitivi, e fino d'allora costruiti aveansi ripari, i quali facevansi piantando molte palafitte a varii ordini, che poi si stipavano con ciottoli e sabbie, gettativi sopra a varii strati, formando rialzi che tenevansi inclinati verso il mare. Tale si è il modo di lavorio che vedevasi fino a pochi anni fa in quegli antichi ripari che sussistevano a Malamocco. Grande era però la prontezza con cui questi legnami erano danneggiati, e continua la spesa che esigevano per ristauri; inoltre erano insufficienti spesso ai continui cozzi dei flutti e della marea, e spesso l' onda cacciata dai venti s' insinuava fra i ciottoli, schiantava i pali e rendeva nulla quella difesa. Perciò vollero i Veneziani ricorrere a mezzo più possente e più valido, ed il fecero con tale grandezza da riuscire opera mirabile, e tale che crederemmo assoluta mancanza il non parlarne in questa opera che in Venezia medesima vede la luce.

Il primo fondamento dei murazzi venne posto il 17 aprile del 1744 nel littorale di Pelestrina, e dopo sette anni di continuato lavoro vennero consacrati qual propugnacolo della città con queste parole:

VT . SACRA . AESTUARIA
VRBIS . ET . LIBERTATIS . SEDES
PERPETVVM . CONSERVENTUR
COLOSSEAS . MOLES
EX . SOLIDO . MARMORE
CONTRA . MARE . POSVERE
CURATORES . AQVARUM
AN . SAL . MDCCLI
AB . VRBE . CON . MCCCXXX.

Il metodo con cui si eseguirono è quello che segue. Fecersi primieramente di ciottoli ben compressi e ordinati, che o poggiavano sull' arena, se era consistente, o sopra una stipata palafitta. Sopra questi ciottoli si elevarono immense mura o bastioni della grossezza di metri 13 a 13,50 e al più 14, e dell' altezza di metri 4,50 sopra la comune marea, o pelo alto del mare, interamente costruiti di grandi ed alte lastre di marmo, cementate di pozzolana. Questi murazzi, dal lato che guarda la laguna, si levano in linea verticale dalle acque, come il bastione di una fortezza; dal lato del mare in vece si dividono a piani che presentano faccie, quali verticali e quali orizzontali. Il primo piano, che è al di sotto del livello del mare, e pesca quasi sempre nell' acqua, è scompartito in due o tre gradinate eguali: seguono indi due grandi piani, o direbbersi due ampii scaglioni, larghi molti piedi, le cui linee orizzontali hanno qualche declivio al mare: finalmente, l' ultimo e più eminente, stretto come ciglione o cresta, torreggia e vi fa intorno corona.

In alcuni brevi tratti ove la natura del litorale era di sussidio, o non vi bisognavano per avventura le difese di questa forma, elevossi unicamente un grande muro o bastione tutto eguale, tranne che dal lato del mare riesce un po' inclinato, sempre però di pietra da taglio e cementato di pozzolana. Alla radice de' murazzi poi, a rompere il primo impeto del flutto, e a meglio difenderli, in alcuni luoghi, si aggiunse una linea di grosse pietre ammassate, le quali pescano di continuo nel mare e che denominossi *scogliera*. Così il mare si slancia contro la diga, ma, ripercosso e infranto sul declivio, ricade, senza fare alcun nocumento, e neppure penetrare nelle commettiture delle pietre.

Tali sono le dighe poderose che sorgono in mezzo alle acque veneziane, erette sotto la direzione del celebre Zendrini. Nei primi saggi fattisi si riconobbe che ciascun passo veneziano di 5 piedi costava allora circa 700 franchi (420fr.,65 al metro), ma essendosi poscia data maggiore solidità a que' lavori, la spesa crebbe di molto, e si calcola che costerebbe presentemente circa 600 fiorini (1566,fr.) al metro. Seguissi poi questo lavoro, avendo il veneto governo fatto un annuo assegno per la continuazione di esso.

I tre principali tratti di murazzi compiuti innalzansi due sulla diga che protegge Chioggia, compresavi la parte che corre lungo i forti, formando in tutti e due una lunghezza di 1427 metri, ed uno sulla linea di Pelestrina lungo 2720 me-

tri, sicchè i tre tratti formano 4147 metri di lunghezza. I varii tratti poi di murazzi compiuti, eretti ad intervalli e appoggiati a quelli non terminati, formano in tutto una lunghezza di 1244 metri divisi in dodici tratti, lo che porta a 5,391 metri la estensione dei murazzi terminati.

Quella parte dei murazzi che rimane incompiuta, e che s' innalzano sul litorale di Chioggia e di Pelestrina, forma una linea di 7470 metri, al di sopra di 2153 dei quali si eressero nuove scogliere, gli altri 5317 metri essendo ancora coperti dagli antichi lavori. Il rimanente della diga artifiziale occupa una linea di 6095 metri lungo il litorale di Malamocco 1211 dei quali sono rafforzati da nuove scogliere, gli altri no. Essendosi però adottata la massima di stabilire le nuove scogliere su tutta la linea, si attende alla costruzione di esse che saranno fra pochi anni condotte a fine.

Queste varie difese artifiziali abbracciano lungo il mare una linea di 19956 metri, cui deesi aggiugnere un' antica muraglia di 180 metri eretta lungo le sabbie vicino al porto di Malamocco fra due speroni. La intera linea di artifiziale difesa è quindi lunga 19136 metri, cioè 10 $\frac{1}{3}$ miglia d' Italia da 60 al grado. Tutte queste costruzioni, unite alle sabbie gettate in quella direzione dalla natura, e che occupano la lunghezza di 11700 metri, formano una linea di 30836 metri, o miglia 16 $\frac{2}{3}$ da Brondolo fino al porto del Lido. Di là fino al Lido di Piave Vecchia, cioè fino alla estremità settentrionale della laguna, questa linea continua per altre 15 miglia; ma in questa parte è formata da un seguito di sabbie quanto basta per resistere senza altro artifizio.

Tutte cosiffatte ingenti opere e spese furono compiute nel giro di 39 anni, cioè dal 1744 al 1782; ogni anno facendosene adequato lavoro, e sempre sculpendone sul marmo l' epoca, e la misura a indicare il procedimento delle quali ne piace qui riportare per ordine cronologico la storia che l' edifizio, tiene impressa a testimonianza della propria età.

Pelestrina		ADI 24 APILE A . 1744	
"	HINC PASSVS	LXXII	MDCCLXI
"	. . . . . .	. . . . .	MDCCLXI
Sottomarina di	. . . . . .	. . . . .	MDCCLXI
Chioggia . . .	. . . . . .	. . . . .	MDCCLXI
Pelestrina	HINC PASSUS	LXI	MDCCLXII
Chioggia	"	XXXVIII	MDCCLXII
"	"	XXXXVIII	MDCCLXIII
"	"	XXXXVIII	MDCCLXIII
"	"	CVI . P . III	MDCCLXIIII
"	"	LX	MDCCLXV
"	"	XXX	MDCCLXV
Pelestrina	"	XXXVI	MDCCLXV
"	"	XXIIII	MDCCLXVI
Chioggia	"	XXX	MDCCLXVI
"	"	XXXXII	MDCCLXVI
"	"	XXX	MDCCLXVII

Pelestrina	HINC PASSVS	XXXVI	MDCCLXVII
"	"	XXIV	MDCCLXVIII
Chioggia	"	LXXII	MDCCLXVIII
"	"	XXXXVIIII	MDCCLXVIIII
Pelestrina	"	XXXXVIIII	MDCCLXIX
"	"	LXVI	MDCCLXX
Chioggia	"	XXX	MDCCLXX
Pelestrina	"	CVIII	MDCCLXXI
"	"	LXXXXVI	MDCCLXXII

ANNO . SALVTIS . MDCCLXXII
VRBIS . VERO . CONDITAE . MCCCLI
CVRATORES . AQVARVM
HOC . OPVS
DEDERVNT . ET . PROBAVERVNT

"	HINC PASSVS	XXXX	MDCCLXXIII
"	"	XXXXXVII	MDCCLXXIV
"	"	LXXXXIIX	MDCCLXXV
"	"	IIC	MDCCLXXVI
"	"	C	MDCCLXXVII
"	"	XCVIII	MDCCLXXVIII

PRINCIPATVS
PAVLI . RAYNERII
INCLITI . DVCIS
ANNO
SALVTIS . VERO . MDCCLXXIX
AQVARVM . CREATORES
FACIVNDVM . CVRARVNT
IDEMQVE . PROBARVNT

Pelestrina	HINC PASSVS	XXVIII	MDCCLXXX
"	"	XXVIII	MDCCLXXXI
"	"	XXXXIII	MDCCLXXXII

Tali furono le opere veramente grandi, condotte dalla Repubblica veneta a difesa della laguna, e qui s'arrestò, e forse divisava dopo breve riposo riprenderle e tutte farle d' una forma, d' una forza. Quindi rimanevano que' lati che solo avevano a schermo i ripari col zoccolo murato certo assai imperfetti, e l' intera diga di Malamocco coi soli antichi argini di terra difesi dall' anzidetto riparo di pali e ciotoli; perciò sovrastavano pur sempre all' estuario molte labili frontiere soggette a mille infortuni. Ma durante quel breve riposo, succedettero turbolenze di nazioni, e la caduta della stessa repubblica. Sotto il regno italico, si pensò ad invigilare

alla conservazione de' murazzi, i quali per quanto sieno forti, abbisognano di continua cura, si progettò una diga di pietra alla foce del porto di Malamocco, e se ne eseguì parte, come vedremo innanzi; ma nulla più si provvide nè allora nè poi a riparare ove il lido difettava di valido aiuto finchè la minaccia dell' elemento richiamò di nuovo le cure a quelle dighe.

Nel dicembre del 1825 imperversarono sui mari tante procelle che conturbarono il commercio e la navigazione. Feroci burrasche agitarono l' Adriatico, e venuto a lotta contro i ripari dell' estuario, smosse alcuni murazzi e specialmente quelli cui mancavano le scogliere; smosse, mise a soqquadro il zoccolo marmoreo nelle sponde che ne erano munite, ruppe gli argini di Pelestrina che si alternavano coi murazzi, squarciò le antiche dighe di terra difese da pali di Malamocco, le rovesciò, e penetrato nella laguna, portò il furore della burrasca fino' nei canali di Venezia che si credette perduta.

Allora tutti apparvero i gravi danni della non curanza in cui si avevano abbandonate quelle sponde, e si videro quali maggiori ne potevano seguire se non si pensava a conveniente riparo. Il veneto governo ne fece urgente rappresentanza all' austriaco Imperatore che accordò a quelle inchieste, con decreto 30 dicembre 1826, un milione di lire austriache (870000$^{fr.}$), e dopo con nuovi decreti altre somme straordinarie, per provvedere alla rovina occorsa e sovrastante, e per compiere quanto aveva lasciato imperfetto la veneta repubblica.

Primieramente si divisò di porre riparo ove il danno era stato maggiore, ed il pericolo sempre imminente ad ogni nuova burrasca, cioè in quei luoghi del litorale di Malamocco difesi ancora solo dagli antichi terrapieni, e che vennero nel 1825 dal mare squarciati, non che a quelle altre dighe del secolo passato munite solo di zoccolo di muro, e che le burrasche avevano pure messo in disordine.

Nel progettare le nuove dighe, si pensò a darvi tal forma che sostenesse con meno disagio l' impeto del mare. Perciò si stabilì quanto all' altezza di tenerle eguali ai murazzi, cioè di $4^{m},50$, facendone però la larghezza, invece che di soli $13^{m},50$ circa che è la grossezza dei murazzi, di $22^{m},50$, e la sommità larga metri 4: quindi ne risultò che i lati si vollero inclinati, quello interno che guarda le lagune ad angolo semiretto, l' esterno in ragione quintupla della sua altezza. In quanto al materiale poi di cui venne costruita se ne fece il midollo di terra estratta dallo scavo della laguna, e la superficie nella parte che declina al mare venne rivestita di massi grossi e quanto meglio si potè regolari, connessi e cementati, imbasati sopra un piano di ciotoli e scaglie: al piede di questo declivio, per renderlo meglio resistente si pose una palafitta, indi si coprì per lungo tratto la spiaggia di grosse pietre affinchè prolungando di tanto la larghezza della scarpa, dovesse con più facilità la marea infrangersi e ricadere. Questa nuova diga venne eseguita nel litorale di Malamocco, ed è del valore di circa settecento lire austriache (6090$^{fr.}$) per ogni metro; oltre a ciò venne rinforzata la vecchia diga, chiuse le rotture per la complessiva lunghezza di altri metri 3494.

Nel litorale di Pelestrina però dovendosi riattare la diga col zoccolo di pietra, la quale è alternata coi murazzi, non si trovò conveniente di tenere la misura di quella di Malamocco; e perchè essendo più larga di nove metri de' murazzi con cui va di fila, conveniva pel di più, o protrarre entro mare il pendio, o ritirare addietro l' intero terrapieno, in ambi i

quali casi sarebbesi corso un pericolo di spesse lacerazioni, perchè i flutti del mare o della laguna, urtando nei rientramenti che ne riuscivano ove si congiungeva alle antiche difese, la avrebbero di leggeri squarciata. Altri due gravi danni riuscivano ad ogni modo: se si trasportava all' interno sul litorale, conveniva invaderne parte a carico degli orti e dei frutteti che sono l' unico prodotto di quegli isolani; se la si protraeva in mare, non si poteva fare uso del zoccolo di pietra, che sebbene a mal partito potevasi pur ridurre convenientemente, ed aversi una valida difesa a' nuovi lavori. Oltre a ciò sarebbe riuscita di cattiva apparenza questa irregolarità di linee fra l' alternare dei due sistemi.

Discorse tali difficoltà, si stabilì di tenere questo nuovo riparo della larghezza dell' antico cui andava a connettersi. Si approfittò primieramente dello zoccolo di muro e dell' antica scogliera, per rafforzare il lembo che pesca in mare; si elevarono i terrapieni $4^{m},50$ sopra il pelo dell' acqua, si tenne la sommità larga tre metri, fecesi ad angolo semiretto la scarpa interna, l' esterna col pendio che concedeva la grossezza della diga, e si coprì il declivio con grossi massi cementati con calce e pozzolana, disposti però in maniera che quelli di minor volume restassero presso alla sommità, e i più larghi verso il mare. Questa diga fu anche ripetuta nei litorali di Chioggia e costò circa lire 500 austriache ($2610^{fr.}$) per ogni metro.

Giova però notare che in questi lavori fu minore il dispendio perchè si ebbero nella natura del luogo, o in vicinanza favorevoli circostanze, o di terre già preparate, o di sassi antichi accomodati all' uopo, occorrendo perciò minori lavori di mano d' opera.

Però nel costruire nuove difese non si dimenticarono le antiche: anzi siccome il mare nelle burrasche aveva levato il cemento di pozzolana ai murazzi di pietra, smosse le lastre e penetrato anche fra i massi, si provvide a ritornarli al pristino stato e si cementarono di nuovo come in antico: nè ciò solo si fece, ma, poichè si vide che quelli i quali non avevano scogliera ebbero maggiore nocumento, la si aggiunse ovunque mancava, e così, mercè queste riattazioni, intraprese nel giugno 1827 e compiute nel maggio 1828, omai può tenersi che nulla bisogni alla perfezione degli antichi murazzi.

Di un altro importantissimo lavoro non possiamo a meno di far qui qualche cenno siccome cosa che strettamente si lega all' argomento dei murazzi di cui parliamo.

Il porto del Lido, che era altra volta il principale di Venezia, non serve oggidì che pei piccoli legni. Il porto di Chioggia è il migliore per ripararvisi in caso di burrasca, ma non può condurre le navi a Venezia, perchè non trovano poscia il fondo che loro è necessario nella laguna; quindi l' unico porto accessibile alle grandi navi è quello di Malamocco, fiancheggiato dalle due piccole fortezze di San Pietro e degli Alberoni. I fiumi però che sboccano in mare sui fianchi della laguna con le sabbie che traggono seco e vengono gettate dalle onde paralellamente a quella linea del littorale che separa il mare dalla laguna, contribuirono a formare poco a poco nel mare stesso grandi banchi, fra i quali uno copre l' ingresso del porto di Malamocco Questo banco, chiamato *Mula*, inceppava quell' ingresso per guisa da non permettere che i vascelli si avvicinassero al porto se non mediante il giro in un canale trasversale e tortuoso, fra il banco stesso e la linea del littorale. E siccome succedeva sovente che la marea ed i venti impedissero il tragitto di questo canale tortuoso, i grandi vascelli

erano costretti in tal caso a gettar l'ancora in mare aperto, nel luogo detto *pelo-rosso*, circa 3 miglia distante dal porto, rimanendo colà fino a che la marea ed il vento favorevole potevano esser di aiuto e percorrere quel difficile passo per entrare nel porto. Essendo fiancheggiato questo canale, come si disse, da un lato del banco e dall' altro dal littorale, i vascelli che dovevano entrare o uscire dal porto abbisognavano della direzione di piloti del paese, e di procedere con molta cautela per non investire a destra od a sinistra.

Il banco anzidetto prodotto aveva un altro inconveniente, atteso che le sue sabbie spinte dalle burrasche nella laguna, ingombrato avevano la bocca del canale della Rocchetta, che è necessario per la interna comunicazione fra Venezia ed il porto, nè più poteva bastare al passaggio delle grandi navi. Questi disordini crescendo sempre più, giunsero a tale da richiamar l'attenzione del governo italico. Una commissione istituita da Napoleone per indicare quali fossero le più opportune misure per ridurre Venezia un grande, comodo e sicuro porto di mare, commissione di cui facevano parte gli ingegneri francesi De Prony, Sganzin e Berlin, ed il colonnello veneziano Salvini, espose nel 1806 un progetto di grandiosi lavori, le idee primitive dei quali dichiariva ingenuamente dedotte in gran parte dagli studii fatti in proposito dai Veneziani ed in parte dietro quelle dal Salvini indicate, le quali però dicevansi essersi ridotte a quella grandezza che alle circostanze addicevasi. Frattanto l' ingombro del canale Rocchella posto sul fianco del forte Alberoni era a tanto cresciuto da impedire il passaggio, per vincere il quale ostacolo nel 1810, sotto la direzione di Lessan, gettossi la base di una diga lunga circa 800 metri sopra una linea curva che costeggiava al nort-est questo canale della

Rocchetta. Il lavoro rimase poscia interrotto dalla guerra, e fu ripreso dal governo attuale nel 1825, il quale, seguendo la linea precedentemente segnata, nel 1832 compiè questa prima parte di diga onde si era fondata la base, ottenendo il desiderato risultamento, attesochè la corrente delle acque, nel continuo moto del flusso e riflusso, diretta così ed incanalata scavò la bocca del canale Rocchetta fino alla profondità di 7 metri, mentre non ne aveva dapprima che circa 3. Inoltre, le sabbie arrestandosi al dorso della nuova diga vi produssero un grande imbonimento assai utile per rinforzarla.

Per assicurare poi all' esterno l'accesso del porto, nel progetto del 1806 onde abbiamo parlato, erasi proposto di far comunicare la imboccatura di esso direttamente col mare, conducendo in conseguenza un canale attraverso il banco o *Mula* che lo attraversa. Si imaginò adunque di erigere due dighe che partendo dalle punte del bacino esterno del porto avanzassero paralelle nel mare, quella di esse che doveva partire dalla punta verso il forte Alberoni posta al settentrione avanzando in linea retta, ma inchinandosi un poco verso al mezzo giorno fino a circa 2000 metri nel mare per trovarsi una profondità di 800 metri. L' altra diga proposta sul lato opposto doveva partire dal forte San Pietro posto al mezzo giorno, sporgendo nel mare meno della prima, e solo tanto quanto venisse riconosciuto necessario, secondo l' effetto prodotto dalla diga più lunga.

Lo scopo della erezione di queste due dighe era quello di far sì che le acque del mare spinte nella laguna dal flusso e tosto rispinte dal riflusso potessero guadagnare una tal forza nel loro passaggio ristretto da questo canale che la loro corrente potesse bastare a scavare il banco fino alla profondità di 8 metri, presumendo che il

prolungamento della prima diga fino al punto dove trovasi nel mare questa medesima profondità valesse a produrre e mantenere anche in seguito a questo livello il letto dal bacino fra le due dighe, locchè sarebbe più che sufficiente all'ingresso ed all'uscita delle maggiori navi da guerra che la marina austriaca possegga

La ragione per cui si propose di fare la diga al settentrione più lunga di quella al mezzo giorno, fu che la prima avrebbe a fare due operazioni, cioè: 1.° fissare la lunghezza della corrente destinata allo scavo del banco; 2.° fermare sul suo dorso le sabbie che scendendo dai fiumi sboccano in mare al nort-est della laguna; i buoni effetti che speravansi dalla prima di queste dighe inducevа a ritenere che potesse bastare di estendere l'altra per una linea assai corta.

Il piano per la costruzione di queste dighe erasi stabilito sulle norme seguenti. Di innalzare sul fondo del mare una scogliera con pietre gettatevi alla rinfusa o, come si dice anche, perdute, innalzandola a scarpa da ambo i lati fino al livello ordinario dell'alta marea, ove avesse a formare un piano largo $5^m,50$. Per giugnere a questo piano calcolavasi che in alcuni punti la scogliera avesse ad avere la profondità di 10 metri, occupando in quelli la sua base una larghezza non minore di $30^m,50$. Alla sommità della scogliera, lasciata fra ciascun lato una panchina di $0^m,50$, aveva a costruirsi un muro alto $2^m,40$ e largo $4^m,50$, alla base e 4^m alla sommità. Questa muraglia aveva a comporsi di grandi pietre d' Istria tagliate a parallellopipedi, come quelle dei murazzi, unite ed intrecciate fra loro, in guisa da poter resistere al furore delle onde.

Nel 1838 Sua Maestà l'Imperatore d'Austria approvò il progetto originale della regolazione del porto di Malamocco col mezzo delle due dighe anzidette, assegnando i fondi necessarii alla spesa e dichiarando che fossero prelevati dal tesoro. Dietro a ciò sul finire del 1840 si fecero i primi apprestamenti per questa grande opera; ed il lavoro cominciò con attività a mezzo l'anno 1841, essendosene assunta la esecuzione da de Bruck e Talacchini.

La diga sporge in mare 2120 metri normalmente al lido. L'opera consiste di due parti essenzialmente diverse. La prima parte inferiore è una gettata di grossi massi di pietra d' Istria, che arriva fino al livello della comune alta marea; al quale livello la diga conserva la costante larghezza di metri cinque e mezzo. La parte fuori di acqua, che ergendosi sulla gettata s'alza sino a metri due sopra la comune alta marea, e conserva a questo livello la larghezza di 4 metri, è costruita di conci regolari di grandi dimensioni della stessa pietra d'Istria, che ne costituisce i fianchi e la coperta; il nucleo interno è di muratura di getto, con cemento di pozzolana. Sopra di essa sorgono cippi o leghe di ferro fuso, cui i bastimenti ormeggiandosi possono in ogni evento facilitare e rendere il passo più sicuro. Alla larghezza che ha la diga inferiormente, cioè in fondo al mare, è evidente non potersi assegnare alcuna precisa misura, essendo tale quale risulta dalle pendenze delle scarpe della gettata, protratte sino alla profondità del mare, che nei varii punti è diversa. Oggidì la gettata o scogliera subacquea è compiuta nè manca che regolarne la forma delle scarpe, e drizzare il piano su cui dee poggiare il muro, pel quale si approntarono già e lavorarono un quarto delle pietre da taglio necessarie.

Gli effetti di questa diga corrisposero alle concepite speranze. In fatti, a misura che andava avanzando, il moto radente

di una parte notevole della marea andava colà via via solcando lo scanno ed apparecchiando la foce novella. Questa azione per altro dovette restare elisa od affievolita in alcuni punti, perciocchè era necessario lasciare nella diga varchi che consentissero il libero passaggio alle barche cariche di sassi, che lavoravano sull'uno e sull'altro fianco della gittata. Tali varchi, oltre al ritardare l'effetto delle maree, peggioravano la condizione dell'adiacente tronco di canale che andava formandosi, permettendo alle sabbie della parte di scanno rimasto al norte della diga, di scendere con tanta maggior forza e in copia tanto maggiore, quanto che non trovavano altro adito. Tali varchi, mano a mano che il lavoro progrediva andavansi chiudendo. Ma l'ultimo dovette restare aperto sino al compiersi della gittata, a questo corrispondeva il sommo dosso dell'antico scanno. Quivi dunque a ritardare lo stabilimento della foce nuova concorsero: 1.° il lungamente impedito corso delle correnti; 2.° la primitiva altezza maggiore delle sabbie che conveniva sgombrare, e la maggiore resistenza degli strati profondi, che sono tanto più compatti quanto più sono altamente premuti; 3.° finalmente una continua affluenza di nuove sabbie, che, finchè la bocca non fu chiusa affatto, scendendo da sopravvento, venivano ad accrescere la copia di quelle che conveniva fossero travolte dal corso naturale della marea. Dietro ciò non è meraviglia se la foce nuova non si era in allora potuta ancora allargare tanto quanto s'allargò al suo principio verso il porto, ed al suo termine verso lo sbocco in mare.

Ma a convincersi che qui pure i progressi riuscivano non solo sicuri ma abbastanza rapidi, basterà sapere che pochi mesi dopo che, chiuso ogni varco, si potè riguardare la gettata come compiuta, il canale, nel sito più stretto, s'acquistò la larghezza di 25 metri, che in breve ne ebbe poi 35; e già i bastimenti maggiori vi passavano felicemente; e recenti scandagli fatti mostrarono ch'era ormai giunta a metri 40. Dai fatti scandagli risultò che nel luglio 1846 la nuova foce aveva già, rispetto alla comune marea, la profondità di 5^m,5, stabilito essendosi dietro a ciò di stare alquanto a vedere l'effetto successivo di questa diga, e di adoperarvi anche in appresso, occorrendosi curaporti a sollecitare lo scavo del banco, non tornandosi più a riempiere come prima gli scavi prodotti da quelle macchine. Per tal fine si ordinò e si sta costruendo a Glasgow un grande curaporti con macchina a vapore di 40 cavalli di forza. Si risolse poi ad ogni modo doversi attendere a costruire la seconda diga o contro diga che la nuova foce presenti una facilità di transito per lo meno uguale a quella che dava l'antica foce, la quale da questa seconda diga verrebbe ad essere intraversata, e quindi assolutamente intercetta.

(Defendente Sacchi — Antonio Quadri — Pietro Paleocapa — Giuseppe Demesner.)

MURELLE. Sorta di giuoco, che dicesi anche *piastrelle*, ed è simile alle pallottole, se non che invece di palle si adoperano lastrucce ed un piccolo sasso per grillo. (Alberti.)

MURENA. Appartiene a questa specie di pesci l'anguilla comune *(muraena anguilla)*, la quale interessa molto l'arte della pesca ed il commercio, essendo la sua carne saporita, benchè un poco indigesta. Un qualche cenno intorno a questo pesce diedesi all'articolo Anguilla, ma crediamo non inutile aggiugnere alcuni altri particolari.

Trovansi alcune anguille la cui lunghezza varia da pochi pollici, e che allora fra

noi diconsi *cieche*, fino a tre, quattro, ed anco sei piedi, ed allora sono disgustose a vedersi, poichè i loro movimenti tortuosi rammentano con minore agilità quelli dei serpenti. Tetri ne sono i colori; un bruno nerastro, qualche volta velato di gialliccio, stendesi sul dorso, le parti inferiori del corpo sono piuttosto piombacee che argentine, gialle smorte, e come sudicie nelle anguille di padule, biancastre in quelle d' acqua chiara e di fiume e la mucosità onde cuopresi la pelle è molto schifosa. Alcuni costumi delle anguille sono pure analoghi alla loro forma serpentina; sono voraci, salvatiche, nuotano con la medesima facilità all' indietro, che in avanti, stentano a morire, e possono nuotare anco qualche momento dopo essere state spelate: vanno strisciandosi per lo più in fondo ai pantani sulla fanghiglia, che ne resta solcata e vi grufolano, sicchè sembra essere il loro favorito elemento. Ma sebbene godano di stare impantanate nel fango, tuttavia aborrono l' acqua torbida, e vi restano affogate, ond'è che i pescatori, a fine di prendere più agevolmente, e in maggiore abbondanza le anguille, intorbidano l'acqua, ove è chiara.

Le anguille comuni si trovano quasi in tutto l'universo, nelle acque dolci fangose al fondo ma limpide: ne somministra il Gange, se ne trovarono all' isola di Francia, ove giungono ad un' enorme grandezza, ed assicurarsi che se ne mangiarono alle Molucche, ed al Giappone: il Volga ne è tutto pieno, le più grosse però, a quanto dicesi, si trovano nei laghi della Prussia ducale, le paludi della Francia ne sono popolate in abbondanza, l' Islanda, ed il Kamtschatka ne danno ugualmente; quelle d' Inghilterra pesano alle volte diciotto libbre, ed in Italia sono celebri per la grossezza, non meno che per la delicatezza, quelle di Comacchio e di Bolsena. Si trovano talvolta a grandi distanze dalle acque nelle praterie umide di rugiada, ove strisciano come le serpi attraverso l' erba per passare da uno stagno all' altro. La loro carne facilmente acquista il sapore dei luoghi che frequentano: si veggono ogni anno salire contro acqua nei ruscelli, e più ancora nei fiumi in torme innumerabili, lo che accade in Toscana, per esempio, verso la fine del mese di gennaio, o poco dopo il principio di febbraio prima o poi, secondo che lo permette la stagione più rigida o meno, e queste anguille in torme innumerabili, sono piccolissime, ordinariamente lunghe da un pollice e un quarto a quattro circa, e si spingono a ritroso della corrente, venendo dal mare. Ne è così sterminata la moltitudine, che il Redi nel 1667 ordinato avendo ad alcuni pescatori in quella stagione di pescarne, nel breve spazio che è in Pisa fra il ponte di mezzo e il ponte a mare, nello spazio di cinque ore, e senza altro arnese che gli stacci, questi ne trassero più di tremila libbre. Inoltre un pescatore, come il medesimo Redi racconta, nello stesso fiume Arno, alla distanza d' un solo mezzo miglio dal mare, in sullo spuntare dell'alba ne pescò più di dugento libbre, che erano così minute e sottili, che ne andava intorno a mille per ogni libbra fiorentina (o^chil.,34). Al contrario le anguille adulte, alle prime pioggie, ed alle prime torbide d' agosto, nelle notti più oscure, e più nuvolose, cominciano in grossi stuoli a calare dai laghi e dai fiumi alla volta del mare, e in questo depositano le loro semenze. In tali circostanze i pescatori fanno prede immense di anguille, le quali ripongono in vivai, o conserve, per averne sufficiente provvigione per tutta l' annata.

L' abitudine che questi pesci hanno di stare non solo, ma di vivere per lungo tempo nella fanghiglia, fece credere a molti scrittori di cose naturali che abbiano

origine dalla putredine, non meno che quegli animali, che chiamava *imperfetti*. A convalidare tale opinione si aggiunse il non avere giammai trovato le ovaia in questi animali, nè averne veduta la frega, poichè si è lungamente riguardato questo pesce solo come animale di acqua dolce. Ma le osservazioni del Redi sopraccennate, confermate quindi da altri studiosi della natura, provano che le anguille in una stagione dell' anno sono pesci marini, e che anzi in mare fanno la loro generazione.

Null' altro mancava per accertare un fatto, che tutte le analogie rendevano indubitabile che il ritrovare le ovaie nelle femmine, lo che fu probabilmente osservato dal Redi, che compilò un' opera sulle anguille, delle quale non ci è rimesto che un solo frammento pubblicato dal suo discepolo Zambeccari. Ma poi, non molto tempo dopo, furono diligentemente descritte dal Vallisnieri sopra un individuo ricevuto da Comacchio. Inoltre i pescatori che le prendono nel loro passaggio al mare, e le conservano chiuse nei panieri di vimini sanno che da esse talvolta si veggono come piovere le uova che dopo avere galleggiato, vanno ad appiccarsi alle piante palustri. Il Lewenoecchio, come pure il Rondelezio, e Giorgio Elsnero, credettero che le anguille fossero vivipare, tratti in inganno dall' avere veduto nei loro intestini quantità di vermi minutissimi di forma conica che stanno con la bocca attaccati alla tunica interna, e che sono varie specie conosciute, cioè il *cucullanus coronatus*, l' *ascaris labiata*, l' *echinorhynchus globulosus* e *tereticollis*, il *distoma palymorphum* e il *bothriocephalus claviceps*.

La proprietà che hanno questi animali di vivere lungamente nelle lagunette o pozzanghere, che per l' alidore non hanno più comunicazione con l' acqua corrente, e di restarvi sepolte nel fango ed anco a secco, ed atrofiche, come pure di prontamente riaversi alle prime piogge, somministrò un espediente per popolarne quei laghi, che non avendo una comunicazione col mare praticabile da questi animali, mancherebbero di questo pesce, lo che accade riguardo al lago Trasimeno. A tal effetto prendono i paesani la fanghiglia di certi pantani vicini ad esso e la gettano nel lago. In questa fanghiglia stanno imprigionate le ciecoline, venutevi dai fiumi e fossi, in congiuntura d' escrescenze d' acque, e queste dentro al lago si fanno grandi. Appena si scavi un pozzo, o facciasi una piccola apertura nelle terre acquitrinose, e vi si raccolga qualche pianta acquatica, non tardano molto a comparirvi le anguille, e si internano nel terreno umido qualora quest' acqua venga a evaporarsi, per poi ricomparire allorquando ritorni. Il numero enorme d' individui che dal mare viene lungo i fiumi, e verso i laghi è fortemente diminuito dai lucci, dalle lontre, dagli aironi e dalle cicogne, che ne distruggono un' immensa quantità. Dal canto loro le anguille divorano molti pesci, vivono in gioventù di larve, di lombrichi e d' altri deboli animali, assalgono poi i pesciuoli, le ranocchie ed anco le reine, e dicesi, che quando sono molto grosse si gettino sulle anitre che afferrano per le zampe quando nuotano, e fanno affogare, a somiglianza dei coccodrilli, per pascersene poi sotto acqua.

La loro pesca è molto fruttifera, ed in certi luoghi se ne prendono in tanta quantità, che dopo averle fritte, e marinate formano un oggetto di commercio, e le più grosse, che vengono tagliate a pezzi, hanno volgarmente il nome di *rocchi di anguille*. L' eccessivo calore dell' estate, quando penetra nei fondi da loro abitati, le fa sovente morire, ed in alcuni stati

caldissime si sono vedute perire innumerabili quantità d'anguille che si nutrivano nelle lagune di Venezia.

(FILIPPO NESTI.)

MURENA. I Romani davano pure questo nome a certe collane d'oro delle loro donne, forse perchè fatte a somiglianza del pesce murena.

(RUBBI.)

MURIA. Davasi questo nome a quella sostanza, la quale supponevasi che combinata all'ossigeno desse origine all'acido muriatico. Si è in oggi riconosciuta la sostanza elementare di questo acido essere il cloro, combinato però non con l'ossigeno, ma sì con l'idrogeno, donde venne all'acido stesso i nomi d'IDROCLORICO prima, poi di CLORIDRICO.

(ALBERTI — G.**M.)

MURIA. Acqua nella quale era sciolto sale marino. I Romani ne usavano in tavola mescendola alle vivande, come noi usiamo del sale; preparavano pure con essa i pesci e le carni che volevano conservare, e che chiamavansi allora *muriatica*, voce che corrispondeva alla nostra salamoia.

(RUBBI.)

MURIA *dura*. Columella ne fa sapere come si chiamasse in tal guisa un'acqua pregna di sale marino, ma indurata per modo che non poteva più sciogliersi. Serviva per la concia delle ulive.

(BAZZARINI.)

MURIACITE. Con questo nome e con quelli altresì di *anidrite*, *karstenite*, indicasi quello spato cubico, solfato di calce o pietra da gesso che non contiene acqua di cristallizzazione. Questa particolare specie di pietra da gesso differisce dalle altre, perciocchè intacca non solamente il gesso laminare, ma eziandio lo spato calcareo, e può elettrizzarsi positivamente per l'attrito, ma non mai per riscaldamento. Ridotto in briccioli e gettato sulle braci vi fosforeggia leggermente, e poi trattato al cannello non perde quasi nulla del proprio peso, nè cangia la propria forma che decrepitando alquanto e riducendosi in frammenti per lo più paralellopipedi. Dividesi con molta esattezza in frammenti che sono prismi retti a base rettangolare, nei quali il lato grande sta al piccolo come 16 a 13. È dotato in grado imminente della doppia refrazione, il suo peso specifico è vario ma può fissarsi a termine medio a 2,964. Secondo l'analisi fattane da Vauquelin è composto di 40 parti di calce e 60 di acido solforico.

Non si hanno ancora bastanti ragioni per riunire questa sostanza con la soda muriata gessifera; ma, in ogni caso bisogna guardarsi bene dal confonderla con quella specie di soda muriata che si è trovata nelle miniere di sale del Tirolo.

Si possono riconoscere quattro varietà principali nella specie di questo sale pietroso.

La *muriacite spatica*, che ha la struttura lamellare e come tenulare, e che si presenta in massa, le cui cavità contengono talvolta cristalli che sono ora prismi a quattro pani, talora prismi ottaedri; ha un lustro vivace, qualche volta un poco perlato, ed è o translucida anco trasparente e senza colore, o quasi opaca, latticinosa, rossiccia, turchiniccia o paonazza. La sua lucidezza perlacea ricorda la madreperla polita. Nella sua composizione appare manifestissimo un triplice andamento quasi rettangolare delle lamelle onde è formata, e nel senso di queste tre naturali giunture non solo è divisibile con facilità ma perfino fragile. Trovasi anche nel sal gemma delle saline di Salisburgo ed in quelle del cantone di Berna.

La *muriacite fibrosa* ha la struttura fibrosa, a fibre tenuissime, assai lunghe, molto fitte, e spesso con lustro setaceo, frattura trasversale e quasi vitrea. I suoi

frammenti hanno spesso la forma bacillare. I colori principali ne sono il rosso od il turchiniccio.

La *muriacite concrezionata*, detta volgarmente *pietra di trippa*, venne per lungo tempo creduta barite solfata; ma l'analisi di Klaproth ha provato che questa pietra singolare era una varietà di muriacite, composta di 0,42 di calce, 0,56 d'acido solforico, a spesso di un poco di sal marino. Il suo peso specifico è di 2,9; si presenta in massa grigia con una leggera sfumatura turchiniccia, composta di zone o nastri biancastri, ripiegati più volte ed inversamente sopra sè stessi, separati da argilla bigiolina, molto dura. La sua struttura è compatta, e di aspetto opaco.

Finora trovossi nelle miniere di soda muriata rupestre di Wieliczka.

La *muriacite quarzifera*, detta volgarmente *pietra di Vulpino*, è una pietra composta di 92 parti di calce solfata senz'acqua, e 8 di silice. La presenza della silice, che pare qui essere nello stato di combinazione, modifica le proprietà della calce solfata anidra o muriacite, talchè questa pietra è molto più grave, essendo il suo peso specifico 2,8787; ha la tessitura granulare dei marmi salini, e talvolta la struttura un poco lamellare; è un poco fosforescente all'azione del fuoco, e fusibilissima al cannello. Il suo lustro è molto vivace, non poco perlato; è traslucida.

I pezzi di questa pietra veduti da Fleurian, e ch'è stato il primo a farla conoscere, sono bianchi, bigiolini, uniformi, o venati di grigio turchiniccio e traslucidi sui loro margini. Non si conosce fin qui la loro giacitura geologica, e soltanto si sa che trovansi a Vulpino, 15 leghe a tramontana di Bergamo.

Questa pietra si adopera a Milano per far tavole e stipiti da camminetti, e vi si conosce sotto il nome di *marmo di bardiglio di Bergamo*.

La muriacite, a quasi tutte le sue varietà, si trovano nei terreni che contengono soda muriata e gesso, ed è disseminata in pezzi più o meno voluminosi, nelle masse di sale, oppure le percorre in venuline fregiate di tutti i colori che le sono proprii.

Si trova in abbondanza nelle miniera di sale del paese di Salzburgo, nelle saline di Bex, e nelle cavità dei domicilii di minerale argentifero di Pesey, in Savoia. È spesso intimamente mescolata col sale marino. Qualche volta con questo mescuglio si è formata una varietà, alla quale è stato assegnato il nome di *calce anidro-solfata muriatifera*.

La muriacite, esposta nelle fessure delle montagne all'influenza dell'acqua che vi scorre, riprende dell'acqua di cristallizzione, e passa, senza cambiare forma e struttura, al gesso ordinario; è un modo particolare di alterazione, al quale Haüy ha dato il nome d'*epigenia*.

(BRONGNIART.)

MURIATA (*Ammoniaca*). V. SALE *ammoniaco*.

MURICALCITE. Kirwan chiamò in tal guisa una specie di calce carbonata.

(LUIGI BOSSI.)

MURICATO. Chiamano i naturalisti ciò cha è fatto a spine resistenti.

(ALBERTI.)

MURICCIA. Monte di sassi altrimenti detto *macia*.

(ALBERTI.)

MURICE. Specie di nicchio marino marino univalve importante per la storia delle arti traendosene un liquore che al contatto della luce rosseggia, ed era quello con cui dagli antichi si tingevano le lane come oggi si tingono con la cocciniglia, a che formava la porpora tanto rinomata. I murici donde questa principalmente traevasi erano quelli conosciuti coi nomi

di *murex brandaris* e di *murex trunculus* (V. PORPORA).

(ALBERTI — G.**M.)

MURICE *ferreo*. Antica macchina militare per intraversare la strada al nemico. Erano quattro punte uguali lunghe o^m,486 legate con una palla del diametro di o^m,015, disposte in modo che in qualunque modo fossero gettate o si lasciassero cadere tre di quelle punte servissero sempre di appoggio all' altra che rimaneva perpendicolarmente all' insù; producendo così l' effetto cui si tendeva con questa arma difensiva. Se ne facevano anche di bronzo, ma allora si chiamavano *triboli*.

(RUSSI.)

MURIGENE. Nome dato al CLORO (V. questa parola).

(G.**M.)

MURILEGULI. Pescatori impiegati a raccogliere i murici, dai quali si traevano la porpora.

(RUSSI.)

MURINITE. Vino in cui era disciolta della mirra, il qual gusto bizzarro tolsero i Romani dai Greci. Dicevasi anche *mirina*.

(RUSSI.)

MURKA. Chiamano i naturalisti svedesi una sorta di gnesio che serve a fare macine da olio, donde le venne il nome.

(ALBERTI.)

MURRA. Chiamavasi una sorta di pietra donde gli antichi facevano tazze, bicchieri ed altri simili vasi, detti *murrini* (V. questa parola).

(ALBERTI.)

MURRATI, MURRINI. Specie di vasi di lusso presso i Romani preziosi, per forma, lucidezza e trasparenza, fatti, a quanto credevasi, di una particolare specie di pietra detta *murra*. Pompeo allorchè vinse Mitridate fu il primo ad introdurli, e ne consacrò sei nel tempio di Giove Capitolino. Un console ne comperò uno, pagandolo 70 talenti sebbene fosse rotto, e Nerone ne fu vago per guisa che spese 300 talenti per averne un bacino. Varie furono le opinioni sulla natura di questi vasi credendo alcuni che fossero formati di una specie di agata detta da Plinio *antachates*; altri ritenevano che venissero dalle Indie, e fossero di porcellana: Winckelmann addusse prove che fossero di pietra, e Christio dimostrò appartenere questa pietra al genere onice. Gli Egiziani ne facevano molti di falsi, e pare che di tal fatta sieno la maggior parte di quelli che ci rimangono, i veri essendo periti quasi tutti. Luigi Bossi riteneva per certo che la materia prima, di una parte almeno di questi vasi famosi non fosse che spato fluore.

Considerando una delle principali vaghezze dei murrini essere quella iridescenza per cui riflettevano, come riferisce Plinio, i colori dell' arco celeste, il Bizio espose un dubbio che vi avesse qualche analogia fra i murrini ed alcuni vasi di vetro da lui trovati nel fondo dei canali di Venezia, e che per lunga dimora ivi fatta in mezzo al fango acquistato avevano un intonaco iridescente (V. VETRO). Anche indipendentemente però da tale quistione suggeriva di preparare vasi che uguagliassero la bellezza degli antichi murrini tenendoli per un certo tempo sepulti nella melma dei nostri canali. Osservava che per far ciò bastava pigliare uno spazio sufficientemente grande nel fondo di un rivo, dove giugnesse il più possibile di sostanze animali, acciocchè si producesse molto acido idro-solforico. Quivi fatta una palafitta ed ascingato il rivo, suggeriva di levarne il fango, poscia seppellirvi con le dovute cautele que' vasi di vetro che piacesse avere di quel maraviglioso cangiante. Voleva si ponessero dei ripari al di sopra del luogo rinchiuso, per impedire che i barcaiuoli col dare

de' remi in acqua, o piantarli, come usano fare nello spingersi innanzi, non giugnessero a sconciare e rompere i vasi riposti. Così facendo, passati che fussero al più tardi sei anni, diceva aversene vasi tali, da pareggiare la bellezza dei murrini. In tal guisa, osservava il Bizio, si vedrebbe uscire da queste lagune un' arte nuovissima, la quale altresì vi rimarrebbe perennamente esclusiva, a cagione della peculiare loro posizione: arte di cui ne stupirebbero le genti vedendo nel vetro tale maraviglia di luce, da sembrare tolta dal secreto più bello che adoperi la natura nel fare le squame dei pesci e le piume degli uccelli. Finchè a produrre quel cangiante era stimato bisognare l' opera di più secoli, sarebbe stata follia credere di poterne cavare utile partito; ma poichè sapevasi esservi modo di averlo nel breve termine di 5 a 6 anni, sarebbe da aversi in conto di pigra non curanza, secondo il Bizio, il lasciare di trarne quel vantaggio ch' è promesso dalla più certa evidenza.

Non però taceva egli che la delicatezza e fragilità che acquista il vetro alla sua superficie, pigliato che abbia il cangiante, era un difetto che poteva disanimare coloro, i quali, avessero voluto dar mano a quest' arte: tuttavia non credeva essere difficile trovare una vernice, la quale data sopra il vetro, che avesse preso il cangiante, fosse anche atta a fondersi ad una temperatura alla quale non patisse alcun danno il cangiante stesso del vetro. A confermarlo in questa idea contribuì il fatto di aver veduto ammollirsi le pellicole, senza perdere il cangiante, lo che sembra provare che la vernice potesse anche sostenere un forte riscaldamento, quando nol si prolunghi di troppo, senza alcun danno della superficie cangiante. Avendo il Bizio veduto che la perdita del cangiante veniva dalla evaporazione dello zolfo, sperava eziandio che questa venisse impedita o almeno vigorosamente ritardata dalla vernice, la quale in tal caso coprirebbe tutta intera la superficie del vetro. Egli proponevasi fare qualche tentativo anche sopra questo argomento; ma sperava nell' opera di coloro che per lungo esercizio conoscono bene questa specie di lavori, come sono gli stovigliai ed i vetrai; non trattandosi alla fine, che di trovare una vernice da darsi sopra il vetro la quale fosse di pronta fusione.

Non sappiamo che quella proposta sia stata seguita da alcun tentativo.

(Bartolommeo Bizio — Bazzarini.)

MUSA (*Musa*, Linn.). Genere di piante, conosciute sotto il nome volgare di Banani, alla quale parola se ne è tenuto discorso in questo Supplemento. I molti vantaggi tuttavia che prestano queste piante nei paesi dove allignano, ne induce ad aggiugnere qui intorno ad esse alcune interessanti notizie.

Come ivi si disse, crescono queste piante nei paesi più caldi, e specialmente nelle Indie e nell' Africa, ove sono coltivate, e riescono di grande vantaggio e pel nutrimento degli uomini e pegli altri oggetti che somministrano al loro uso, come vedremo. In alcuni luoghi della Sicilia, come a Palermo e nella parte più elevata del giardino di Boccadifalco, quella specie che dicesi musa paradisiaca vive benissimo allo scoperto tutto l' anno. Negli altri climi di Europa in generale non può tenersi che nelle stufe.

La storia di queste piante è curiosa in quanto che, secondo i cristiani d' Oriente, la musa paradisiaca è quell' albero del paradiso terrestre che portava il frutto vietato, e, secondo alcuni scrittori, delle sue foglie servironsi i primi padri per coprirsi dopo la loro disobbedienza, al qual uso anche attualmente si adopera da alcuni selvaggi; altri poi credono che lo spadice di questa pianta fosse il frutto che reca-

rôno a Moisè gli uomini inviati da lui a scoprire la terra promessa. Queste tradizioni e molte altre simili provano quanto grande stima si faccia di questa pianta da quelli che la posseggono. Tra i singolari pregiudizii ad essa relativi è da notarsi che i Portoghesi e gli Spagnuoli non dividono mai regolarmente le frutta, perchè sul taglio trasversale di esse appare la figura di una croce, la quale non è che il segno delle logge abortite. Presso i Greci dei nostri giorni avvi una credenza popolare che se qualcuno osasse cogliere le banane prima del tempo, la pianta si piegherebbe percuotendolo. In Europa la prima pianta della musa paradisiaca che abbia dato frutta fu nel giardino di Artecampo vicino ad Arlem, di proprietà di Cliffort, diretto da Linneo, che chiamò perciò questa pianta *musa cliffortiana*. Sbocciò i primi fiori il 24 gennaio del 1736 e continuò fino a due mesi dopo, quindi maturò le frutta il 3 di luglio dell' anno stesso.

Le muse nel tempo del loro perfetto sviluppo e nelle circostanze che favoriscono la loro vegetazione, hanno l' aspetto d'una grossa colonna piramidale, alta circa venti piedi, coronata di dodici foglie lunghe da sei a dieci piedi e larghe da un piede e mezzo a due piedi, e sormontata da una grande spica di fiori che divengono uno spadice, composto alle volte di un centinaio di frutta, dette *banane*, grosse e lunghe quanto un citriuolo. Sebbene la colonna sia grossa come il tronco d' un giovane albero, pure un colpo di ferro tagliente dato anco leggermente e con destrezza basta ad atterrarla. Questo tronco è formato quasi unicamente della base delle foglie, che come tante guaine o cilindri vuoti, inserisconsi le une sulle altre. I picciuoli, formati dal ristrignimento della parte superiore della guaina, si prolungano nel mezzo della foglia a guisa di una costola rilevatissima, dalla quale partono, a destra ed a sinistra alcune diramazioni nervose, fine e paralelle. A misura che le foglie esterne si seccano e si staccano dalle loro guaine insieme coi picciuoli, succedono loro le giovani foglie che, per essere accartocciate fra loro, formano alla sommità della colonna una gemma rivolta all' insù. Quando queste foglie si sono tutte scartocciate, il fusto, contenuto fino allora fra le guaine nel centro della colonna, s' eleva in mezzo alle foglie sotto la forma d' una grossa spiga di fiori piegata verso terra e coperta di grandi squame rosse, sotto ciascuna delle quali è un mazzetto di fiori senza corolla, composti ognuno d' un ovaio terminato da un pistillo, e di sei stami, circondati da due foglioline calicinali, giallastre. Gli ovai, quando la pianta è salvatica, divengono frutta non succulenti e di tre logge, in ciascuna delle quali si trovano più semi: ma con la coltura le frutta si riempiono di polpa, e la pianta propagata da tempo immemorabile per polloni, ha perduto la proprietà di produrre semi. I fiori posti alla base della spiga, dei quali molti stami abortiscono, sono i soli che fruttifichino: quelli poi dell' estremità conservano tutti i loro stami; ma, poichè ne abortisce il pistillo dopo la fioritura, cadono o si seccanò sulla spiga senza dare frutta.

Linneo stabilì in questo genere due specie, che considerava come le basi delle numerose varietà di banani che si sono prodotti con la coltura. La prima di queste specie, che è la *musa paradisiaca*, detta volgarmente *fico di Adamo*, è da lui caratterizzata pei fiori sterili persistenti, i quali si seccano senza cadere; la seconda che è la *musa sapientum*, detta volgarmente *bacove* e *fico banano*, lo è pei fiori sterili caduchi. Le quali differenze per altro sono meno importanti di quelle dedotte dal frutto, il quale è più

prolungato nella prima specie, e più corto e rotondato nella seconda.

Luigi Colla, cui dobbiamo una diligente monografia del genere *musa*, distingue tre sorte di fiori sullo stesso spadice, cioè fiori ermafroditi fertili, fiori ermafroditi sterili e fiori maschi. Divide questo genere in due sezioni, collocando nella prima quelle specie che è stato dimostrato dar semi e però da lui dette *spermafare*, e nella seconda quelle che non ne hanno dati finora, e che dal Willdenow ebbero il nome di *asperme*. Le specie che descrive giungono a dodici, alcune delle quali furono considerate come varietà dal Desvaux e da altri, e che ora dallo Sprengel e dal rimanente dei principali botanici d' Europa che hanno adottato il lavoro del Colla, vennero dichiarate vere specie distinte.

Conforme a quanto esige il carattere di questa opera, parleremo soltanto di quelle specie che più interessano pei vantaggi che se ne possono trarre, e fra queste ci tratterremo più a lungo su quelle due che si dicono musa paradisiaca e musa dei saggi, che sono le più importanti di tutte le altre.

Le piante a citarsi fra quelle atte a dare semi sono le quattro seguenti, secondo le osservazioni del Colla addietro notate.

La *musa balbisiana* o *banano del Balbis* che ha il frutto sempre verde con una polpa mucosa, ma dolce e molle, piena di piccoli semi duri nericci. Questa specie cresce nelle isole Molucche, moltiplicasi per via di rampolli, e le frutta di raro si mangiano crude, ma torrefatte amministransi per uso medico. Venne coltivata nell' orto regio di Torino sotto il nome di *musa paradisiaca*, ed il Balbis fu il primo a dubitare che fosse di questa specie.

La *musa berterii* o *banano del Bertera*, cresce nella Magna Cerama e particolarmente verso Lissa Battara. Secondo il Rumfio le sue frutta tanto crude che cotte sono il cibo quotidiano dei selvaggi che abitano la Cerama, e sono chiamati *alfurensi*, donde il Rumfio derivò per questa pianta il nome di *piesang alphur*.

La *musa silvestrys* o *banana salvatico* cresce alle Filippine e particolarmente a Mindanava, non potendosi ivi mangiare le sue frutta che non vi maturano; ma preparandosi con la parte filamentosa delle guaine delle sue foglie il materiale per tessere le tele dette *caffa*. L' infusione dell' asse della sommità dello spadice usasi come sudorifica in medicina.

La *musa uranascopus* o *banano a grappolo diritto*, cresce nelle isole Molucche dove coltivasi per le sue frutta che hanno una polpa gialla, visensa, acidula, ma abbastanza dolce quando sono perfettamente mature; non possono tuttavia mangiarsi crude perchè irritano la gola, ma perdono questa acrimonia cotte sotto la cenere riuscendo allora un po' scipite, ma abbastanza dolci, sicchè mangiansi per promuovere le orine cui danno un color rosso.

Fra le piante che non danno seme od *asperme* varie specie vi sono le quali non hanno usi di sufficiente importanza, per quanto si sappia, da meritare di essere qui ricordate. Le tre più importanti sono; la *musa ensatè*, la *musa paradisiaca* e la *musa sapientium*, e di queste terremo separatamente parola.

La *musa ensatè* od anche *ensetè*, è una pianta che viene, giusta le relazioni che se ne hanno, da Narea, dove cresce nei paludi che formano moltissimi fiumi, i quali mancano d' un sufficiente pendio per entrare nell' Oceano. Raccontasi che quando i Gallas andarono a stabilirsi nell' Abissinia, vi portarono, pei loro usi ordinarii, l' albero del caffè e l' ensetè,

delle quali piante quegli abitanti ignoravano l' uso fino a quel giorno. Tuttavia l' opinione la più comune è quella che queste due piante crescano naturalmente nell' Abissinia, dove è sufficiente calore ed umidità. L' ensetè riesce assai bene a Gonder; ma trovasi in maggior copia nella parte di Maitscha e di Goutto, che stanno all' occidente del Nilo; quivi ne sono grandi piantagioni, ed è quasi l' unico nutrimento onde facciano uso i Gallas che abitano quella provincia. Il Maitscha ha assai poco pendio, e le acque piovane, restandovi quasi stagnanti, impediscono che vi si possano seminare le biade: talchè se gli abitanti mancassero dell'ensetè, quel terreno non avrebbe quasi di che alimentarli.

Si mangia il tronco di questa pianta, il quale è alto molti piedi; ma dal momento che si ricopre di foglie diviene duro e fibroso e non serve più a questo fine, dove che prima di questo tempo è uno dei migliori nutrimenti vegetali. Quando si fa bollire, ha il sapore del pane di grano nuovo, ed è eccellente, ma gli manca soltanto un poco di cottura. Quando si vuol fare uso dell'ensetè come alimento, si taglia fino presso le sue piccole radici già staccate, e se la pianta è un poco attempata si taglia un piede o due più alto. Si raschia tutta la scorza verde che copre la polpa bianca, quindi si fa cuocere nella guisa stessa delle rape, e volendolo mangiare col latte o col burro, non vi è cosa più squisita, più nutritiva, più sana e più facile a digerire.

La *musa paradisiaca* e quella *sapientium*, di cui si resta a parlare, sono d' importanza senza confronto maggiore delle altre tutte, ed è ad esse soltanto riferibile anzi quanto si disse nell' articolo Banano in questo Supplemento. Queste due specie vengono dette indistintamente in ebraico *dudaim*, in greco *phyximilon*, in portoghese *pacoeira*; gl' Inglesi le dicono *the platane tree*; gli Svedesi *that foerbudna traedet*; i Giapponesi *baso*; nella Cina sono conosciute col nome di *pacquo*, nel Congo di *quihuaaquitiba*, nel Bengala di *quelli*, a Giava di *piesang*, nel Malabar di *bala*, nel Ceilan di *kehelhaha*, nella Guinea di *bananas*, nell' Etiopia di *ininga*, in Egitto di *mauz*, in America di *pacquovere*.

Il tronco della musa paradisiaca o banano del paradiso s' innalza d' ordinario dai due fino ai quattro metri, è grosso per lo meno quanto una coscia d' uomo, non ha alcun ramo e finisce alla sommità in un bel grumolo di otto a dieci foglie semplici, bellissime, ciascuna delle quali è larga fino ad un piede e mezzo. I fiori posti più esternamente hanno la loro lunghezza nella direzione quasi orizzontale, gli altri sono diretti obliquamente, avvicinandosi alla perpendicolare a misura che sono più interni e più giovani, talchè prima che il peduncolo che dee sostenere i fiori cominci a comparire, la foglia più interna e più giovane, la quale è accartocciata, sale perpendicolarmente. L' estremità superiore di tutte quelle foglie che sono sviluppate, è leggermente piegata in fuori. Queste foglie sono tinte d' un bellissimo verde, molto liscie superiormente, e come rasate; sono intere e traversate nel mezzo da un grosso nervo longitudinale, che è rilevatissimo nella faccia inferiore; hanno la faccia superiore graziosamente ornata di molti nervolini finissimi e regolarissimamente paralelli fra loro, i quali si estendono trasversalmente e in linea retta dal nervo longitudinale fino all' orlo; il picciuolo di queste foglie estremamente forte è lungo un piede e mezzo e più. Dal mezzo di queste foglie sorge lo spadice comune, che porta i fiori e le frutta, il quale non è ramoso, e giunge alla lunghezza di tre o quattro piedi, acquistando spesso

una grossezza uguale ed anco maggiore di quella d' un braccio umano; i fiori che sostiene in quantità, sono sessili e stanno nascosti sotto certe squame spatacee, rossicce, le quali cadono tosto che si sono aperte; ciascuna squama contiene circa cinque fiori. Questo spadice finisce alla sommità in un fascetto compatto di squame, spate o foglioline, le quali finiscono col formare un capo conico che ha la grandezza e la forma di un uovo di struzzo, e che nelle isole Molucche e della Sonda è detto cuore o *diantong*. Le frutta che coprono la parte inferiore di questo spadice, sono disposte intorno ad esso in gruppetti, e talora se ne trovano fino a cento sopra un solo spadice. Ciascun frutto è estremamente glabro, tinto d' un giallo pallido, lungo da cinque a otto pollici con un diametro di un pollice a 2 pollici e mezzo ottusamente triangolare e d' una forma che s' approssima a quella dei nostri citriuoli: la polpa o sostanza interna di queste frutta è midollosa, molle e gialliccia, ripiena d' un succo acidetto e piacevole.

Lo spadice pende in guisa, che, quando le frutta sono giunte a una certa grossezza, la sua sommità rimane molto inferiore alla base.

La *musa sapientium* o *banano dei saggi*, somiglia pel suo abito e per la sua grandezza alla specie precedente, ed ha il tronco tinto d' un verde giallastro, e sparso di macchie nere. La superficie delle foglie è graziosamente venata, e queste si ristringono verso la sommità un poco più di quelle della musa paradisiaca. Lo spadice porta un maggior numero di frutta, le quali sono più fitte, più corte, più diritte, più molli, meno pastose, più facili a digerirsi e d' un sapore assai più grato. Queste frutta che sono in maggior pregio e più ricercate, si mangiano crude.

Venendo alla coltivazione delle muse o banani amano desse i paesi più caldi ed un suolo grasso, mescolato di pietruzze e ben preparato, come è quello dei giardini d' Amboina, dove crescono benissimo. Ma non v' è luogo ove vegetino con maggior rigoglio come nelle pianure di Giava, dove il suolo è molle, grasso e argilloso, e dove le canne da zucchero vengono vigorosissime. Quando si desidera piantare le muse vicino ad una casa, non si può scegliere parte più favorevole di quella che è destinata a riceverne tutte le spazzature.

La piantagione si fa come segue. In un terreno fornito delle qualità suindicate, e ben preparato, si fanno piccole fosse profonde un piede circa, e distanti cinque o sei piedi fra loro. Nel fondo di queste fosse si mette della cenere, e vi si bruciano erbe secche, costumando alcuni di aggiungervi un poca di calce, poichè credono che questa faccia accelerare la fruttificazione. Finalmente in ciascuna fossa si pianta perpendicolarmente un pollone con le barbe, alto due o tre piedi, sradicato di fresco. È facile il comprendere anche senza dirlo, che questo giovine piantone, finchè non abbia preso perfettamente, dee essere annaffiato, tanto per via d' irrigazione se è possibile, quanto per altro mezzo; di maniera che se uno si trovasse in situazione tale che le annaffiature riuscissero difficili, sarebbe in necessità di fare le piantagioni in tempo piovoso.

Lo spazio che passa dalla piantagione alla fruttificazione, è minore o maggiore, secondo le località, i terreni, e spesso anche le varietà di ciascuna specie di muse, imperocchè in luoghi e in terreni convenevoli le muse d' ordinario fruttificano per la massima parte dudici ed anche dieci mesi dopo che vennero piantate, e ve ne sono alcune varietà, come la *musa sapientum nana*, che fruttificano nel qual-

to e nel quinto mese, altre che indugiano fino a quindici o diciotto mesi. Nelle regioni montuose, soggette a piogge e coperta di foreste, le muse non sogliono dare le prime frutta che nel quindicesimo o diciottesimo mese, e le frutta anche più primaticce di queste muse tardano a maturare ancora due mesi dopo: talchè in questi paesi passano quasi sempre due anni, prima che le muse abbiano per la massima parte fruttificato, ed alcune varietà indugiano perfino al terzo anno.

Ciascun tronco di musa non dà frutto che una sola volta, e perisce dopo che ha maturato le frutta: per lo che subito dopo questa maturità, conviene tagliarlo, affinchè i suoi polloni che hanno fin d'allora cominciato a uscire dalla terra, godano d'una aria più libera. Se questi polloni sono in troppo numero, bisogna diradarli, altrimenti si soffocano reciprocamente. Quando si sbarbano per trapiantarli, è cosa ben fatta lasciare sul posto quello che è più forte e più sano, fruttificando esso molto tempo prima degli altri trapiantati.

A Giava si costuma piantare le muse fra le piante da ortaggio. In America, e massimamente alle Antille, si piantano d'ordinario alcune file di muse nei luoghi dove coltivansi le piante del caccao, specialmente intorno ad esse. Mercè questa pratica i coloni trovano il mezzo di pervenire a due scopi nel tempo stesso; poichè oltre i vantaggi che ritraggono da queste utili piante pel proprio nutrimento, per quello dei loro Negri e simili, procurano anche al caccao contro la violenza distruttiva dei venti di quel paese una pronta difesa che è preferita a quella dei grandi alberi, per la ragione che questi ultimi nel caso in cui sieno atterrati da un uragano, fanno perire con la loro caduta molte piante di caccao, il che non è da temersi per parte delle muse.

In Egitto il banano cresce in gran copia, specialmente nei dintorni di Rosetta e di Damietta, ed è coltivato nei giardini, dove s'alza da dieci a quindici piedi dal suolo, e dove esige frequenti annaffiature; fruttifica quasi tutto l'anno, massime nell'autunno che è la stagione in cui dà più frutta, di maggiore grossezza e di miglior sapore. In questi paesi, come altrove, il banano si riproduce per rampolli che nascono al piè della pianta; getta un solo tronco che si taglia ogni anno, e che non serve a nulla, nemmeno per combustibile.

Le muse sono nelle Indie molto danneggiate dalle scimie e dagli elefanti; e vi è un insetto descrittoci dal Rumfio, il quale rode talvolta queste piante totalmente per lo che la di lui apparizione è riguardata dagl' Indiani come segno di pubblica calamità, e vi si annettono idee superstiziose, credendo che l'ira divina generi questo insetto dentro la pianta per punire quegli abitanti dei loro peccati. Il *papilio teucer* allo stato di larva è l'insetto che più danneggia la musa coltivate nell' America, dove le loro frutta hanno pure un guasto considerabile da due uccelli, che dal cibarsi delle banane hanno preso il nome di *motacilla bananivora*, Linn., e di *musophaga violacea*, che trovansi il primo a S. Domingo e il secondo sui lidi della provincia d'Acra. Quindi è che nella coltivazione di queste piante in quei paesi bisogna usare molte diligenze.

Attesa la gigantesca statura di queste piante la quantità dei prodotti che danno supera quella di ogni altro vegetale erbaceo conosciuto. Humboldt cita di fatto, un terreno di 100 metri quadrati dove essendosi piantati quaranta polloni di muse o banani, se ne ebbero in un anno quattromila libbre di sostanza nutritiva. Questo terreno medesimo, seminato a fru-

mento non darebbe che trenta libbre di grano, sicchè, secondo questo calcolo il prodotto delle muse starebbe a quello del frumento come 133 ad 1, ed a quello delle patate come 44 ad 1, cosa a vero dire prodigiosa.

Quanto alla coltivazione delle muse in Europa, ad eccezione che nella Sicilia, come dicemmo, il clima non permette di allevare queste piante se non che nelle stufe calde, dove si moltiplicano unicamente per mezzo dei polloni che sorgono non solo dal piede di quelle piante che giungono a dare frutta, ma anche di qualunque altra, molto tempo prima di quel momento. Questi polloni si possono piantare nella state, avvertendo di fare in modo che nello staccarli dalla pianta che gli ha prodotti si conservino loro più che sia possibile le radici fibrose e le altre. I polloni migliori sono quelli che sono alti da 1 a 3 piedi, d'una sufficiente grossezza, e non cachetici. Il vaso nel quale si mette ciascun pollone dee avere una grandezza proporzionata a quella del pollone medesimo, ed essere ripieno di una terra molto sostanziosa e leggera, come è quella che si suole adoperare pegli aranci, ma resa anche più leggera e più sostanziosa con l'aggiunta di circa un terzo di terriccio di stufa, nuovo e bene spento. Questi vasi s'immergono tosto nella vallonea della stufa calda, dove debbono rimanere costantemente; i giovani piantoni s'innaffiano con assiduità e moderazione fino che abbiano preso; dappoi le innaffiature si fanno a seconda della stagione e della forza dei piantoni medesimi. Così nel corso della state ne richieggono frequenti a motivo dell' estrema rapidità della loro vegetazione, dove che, durante l'inverno, non ne addimandano nè in egual copia, nè così spesso. Non vi è regola precisa circa alla quantità di acqua che conviene dare loro in ciascuna stagione, dipendendo dalla forza e dalla estensione delle piante che variano considerabilmente, e dal calore della stagione, che varia anch'esso. Il grado di temperatura che meglio favorisce questi vegetali è quello che conviene agli ananassi.

Con queste cure può aversi la soddisfazione di vedere molte piante alzarsi fino a più di 20 piedi dal suolo, e condurre a maturità le loro frutta.

Dalle sole piante che fioriscono al cominciare della primavera si possono sperare frutta perfettamente mature. Il modo più sicuro da tenersi perchè fruttifichino i banani è quello seguente.

Dopo che questi vegetali si sono tenuti per qualche tempo a crescere nei vasi, e che hanno gettate buone radici, si tolgono, usando gran diligenza per non pregiudicare ai pani, e si piantano subito nella vallonea, ponendone un poca di vecchia intorno al pane, affinchè le radici possano più facilmente penetrare nel letto. Queste piante così collocate richieggono acqua in molto maggior copia, di quelle che sono poste nei vasi. Con tal metodo di piantagione e di coltura si ottengono con facilità muse forti come quelle del loro paese nativo, e banane così perfette e buone come quelle che maturano alle due Indie. Non pertanto il grado di bontà e delicatezza delle frutta è tale da impegnare in ispese per la coltivazione delle muse sotto altra mira, che quella di soddisfare alla curiosità, ed è più che probabile che chiunque intraprendesse a fare di queste frutta cresciute nelle nostre stufe un oggetto di commercio, non ne venderebbe tante da rientrare nelle spese.

Circa agli usi delle piante di cui parliamo nei paesi dove crescono sono questi diversi e moltissimi. Le frutta della musa paradisiaca, come pure quelle della musa

dei saggi, sono le migliori e le più utili delle due Indie: imperocchè formano il nutrimento più generale e più ordinario di quegli abitanti, ugualmente che dei Negri delle colonie francesi. Queste piante sono in que' paesi tanto utili e tanto necessarie alla vita, quanto lo sono i cocchi, i quali non crescono ovunque prosperano le muse. Le frutta della musa dei saggi e di tutte le sue varietà sono le migliori e le più delicate a mangiarsi crude, e si ha costume di portarle al fine del pranzo insieme coi dolci sulle mense più ricche. Ma questa specie è usata più come regalo che come cibo ordinario; il che non è delle frutta della musa paradisiaca, le quali sono molto meno gustose a mangiarsi crudi, ma buonissime cotte.

Nel Mogol le frutta delle muse si mangiano cotte col riso; gli abitanti delle Maldive le cuocono insieme col pesce, e gli Etiopi ne fanno manicaretti così saporosi che, a quanto si assicura, verrebbero preferiti anche dagli Europei alla maggior parte delle loro salse. Queste frutta conservansi seccandole come i datteri e come i fichi, e nell'articolo Banano, più volte citato si disse, come riducansi anche in una polvere o farina raschiandole sotto l' acqua, come si fa delle patate grattugiando la polpa secca. I viaggiatori europei nell' abbandonare i paesi dove abbondano le muse sogliono imbarcare una provvigione di questa farina, traendone per tutto il viaggio un cibo sano e piacevole di cui si trovano contentissimi. Nella Granata col frutto del banano si fa un pane che vi ha un uso molto esteso, ed intorno alle cui qualità si hanno le notizie seguenti in un' opera di Delahaye, curato del Dondon nell' isola di San Domingo, intitolata *Arte di ridurre gli alimenti in pane senza mescervi farina.*

Se le banane, dic' egli, non danno un pane buonissimo, pure è buono abbastanza, nè richiede molta fatica per preparlo. La polpa di queste frutta ha, per vero dire, poco nervo, e forma una pasta grassa che non lievita bene; ma si può migliorare la qualità del pane aggiungendovi la fecola di patate. L' amido è assai morvido e molto bianco quando è stato lavato con diligenza, sgocciolato e seccato con sollecitudine, ed ha un odore simile a quello del giaggiolo, (*iris florentina*, Linn.) Delahaye considera il pane di banane, e particolarmente quello scuro, come un eccellente pane economico, che può divenire d' estrema utilità nelle case per alimentare i Negri e specialmente i Negri nuovi, imperocchè è sanissimo e molto nutritivo.

Alle Antille ed alla Caienna preparasi con le frutta delle muse o banane un liquore usitatissimo conosciutovi col nome di *vino di banana.* Per farlo prendonsi le frutta ben mature, si fanno passare per setaccio, quindi si mette questa polpa in vasi, si fa seccare al sole e sulla cenere calda, e finalmente si stempera nell'acqua. Altri tengono metodi differenti: fanno cuocere le frutta nell' acqua, poi le passano per setaccio per separarne la buccia; le stemperano quindi, e agitano la polpa nella medesima acqua, cui ne aggiungono di nuova finchè lo credono necessario. Il vino di banana è piacevole e nutritivo, ed alla Caienna è considerato come salubre e necessario pei Negri.

Le foglie verdi delle muse servono ordinariamente di tovaglie e tovagliuoli, che si rinnovano ad ogni refezione e sono attissime per questo uso. Le foglie più grandi adoperansi pure nelle Indie ed in Affrica per coprire le abitazioni.

All' articolo Banano si disse come traggansi da queste foglie fibre testili per farne tele e cordami, e perfino veli e simili tessuti leggeri.

I tronchi delle muse o banani essendo

teneri e succolenti somministrano un' eccellente nutrimento agli animali domestici, come agli elefanti, ai buoi, ai maiali, alle pecore e simili, e siccome questo foraggio conservasi fresco per lungo tempo, così costumasi anche imbarcarlo per alimentare gli animali nei lunghi viaggi di mare. La sostanza interna finalmente o la midolla dei tronchi, staccasi con facilità dalla sostanza fibrosa che la inviluppa, e si adopera utilmente acciaccandola e cuocendola per nutrimento degli uomini, egualmente che il cuore o *diantong* che serve a questo uso come si fa degli erbaggi.

(Missey — Poiret — De Tussac — Thessier — Bruce — Antonie Baucalissi.)

Musa. Sorta di strumento musicale da fiato.

(Alberti.)

Musa. Specie di Mela. (V. questa parola.)

(Alberti.)

MUSAICO. Con questo nome intendesi propriemente la unione di varii pezzetti, per lo più tutti di forma eguale, accozzati insieme e fissati con un mastice in guisa che formino una superficie di svariati colori. Vogliono taluni che si intitolino musaici anche quei lavori in cui questi pezzi mettonsi alla rinfusa, come nei nostri terrazzi, e credono che tali fossero quelli coi Latini davano il nome di *litostrati* semplici o *sectili*; chiamando invece i Latini medesimi *litostrati tessellati*, *variegati* e *vermicolati* quei lavori nei quali i pezzetti erano con tal arte disposti che dalla loro unione risultassero ornamenti od immagini di piante, di uomini, d' animali od altro. Qualunque siasi la verità di queste supposizioni, oggidì si secondi soltanto il nome si dà di musaici.

Prima di proseguire giova notare quale differenza distingua i musaici dalla tarsia, essendochè da molti une cosa con l' altra facilmente confondesi. La differenza adunque, distintissima a nostro parere, sta in ciò che mentre, come dicemmo, il musaico si forma di piccoli pezzetti tutti di figura uniforme, per lo più cubici, risultando le figure dalla unione di moltissimi di essi, disposti coi colori siccome occorre, la tarsia invece adopera pezzi tagliati dietro i contorni del disegno che si vuol fare, cosicchè traforando, per esempio, ugualmente due lastre di legno o simili di colore diverso, in guisa da serbare intatti quei pezzi che risultano dagli strafori, si hanno poi due tarsie diverse, mettendo quelli levati dall' una lastra negli incavi dell' altra. Ciascuno di questi generi ha quindi speciale apparenza, particolari vantaggi e difetti. Così nella tarsia i contorni sono più netti e precisi, ma i passaggi da tinta a tinta risoluti, taglienti, senza gradazione di sorte alcuna. Nei musaici invece il contorno delle figure è come addentellato, e tanto più quanto più sono grandi i pezzetti che li compongono, sicchè per goderne l' effetto vogliono essere guardati da lungi, tanto che sfugga all' occhio quella irregolarità dei contorni; ma possono d' altra parte prestarsi a dare gradazioni di tinte ed anco sfumature nel passaggio dall' una all' altra. I materiali più comunemente adoperati nei musaici, come vedremo, sono le pietre e gli smalti.

Varie sono le etimologie attribuite alla parola musaico, facendola alcuni derivare dalla greca *musakion*, adoperata sovente nel Basso Impero per indicare quella spacie di opere, oppure dalle parole, parimenti greche, *mouson* o *mousicon*, che significano una cosa pulita, elegante, ben lavorata; altri la vogliono originata da *musi* che credono il nome dell' inventore dell' arte; altri da *musca* per la minutezza del lavoro; altri finalmente dal latino *musivum* o *musaëum*, vocaboli che derivano

in origine da quello greco *musa*. Varii scrittori credono pertanto che si chiamassa *musiva* la pittura in musaico perchè forse con essa principalmente arricchivansi gli edifizii consacrati alle muse.

La origine dei musaici è antichissima, e tutto induce a credere che la invenzione ne sia dovuta ai Persiani, trovandosi nel libro di Ester che Assuero, ossia Dario d'Istaspe, diede un grande convito agli ottimati del regno in una stanza il cui pavimento era incrostato di varii marmi, cioè formato di musaico o di intarsiature. Sembra che dai Persiani passasse questa arte agli Assirii loro confinanti, quindi ai Greci ed ai Romani in appresso. Bellissimi saggi di antichi musaici incontransi in vero in tutte quelle parti d'Europa dove estesero un giorno questi ultimi il loro dominio. Bellissimi principalmente sono quelli scopertisi a Pompei, fra i quali uno assai grande con molte figure, che rappresenta il fervore di una battaglia, e la cui bellezza vale di comune opinione a mostrare a quanta altezza fossero saliti gli antichi nell'arte della pittura, e quanto sieno giuste le lodi che loro per tal conto si fecero. Rifugiatasi questa arte in Costantinopoli dopo la caduta dell'impero romano, ricomparve in Italia portatavi dai Greci antichi del IX e X secolo, come vedesi nei musaici di Torcello, di Venezia ed altri, e fiorì grandemente dopo il rinascimento delle arti mercè l'ingegno di Apollonio, di Andrea Tafi, di Gaddo Gaddi e di Giotto che si distinsero in quel genere di lavori o pei disegni che comunicarono ai musaicisti. In appresso questa arte si andò sempre più estendendo, specialmente in Firenze, e se ne istituirono apposite scuole a Roma, a Milano ed anche a Parigi.

La importanza degli antichi musaici per la storia dell'arte, ed altresì per la particolare bellezza di alcuni di essi, fa spesso nascere il desiderio di toglierli dal luogo donde si trovano, sia per metterli più al sicuro dai guasti, sia per trasportarli in luogo dove possano essere più facilmente veduti. A qual modo in generale si facciano così fatti trasporti indicossi a questo medesimo articolo del Dizionario. Un bell'esempio se ne ebbe, non ha molto in Venezia, allorchè avendo a distruggersi l'antica chiesa di San Cipriano a Murano, eretta nel 1109, si volle salvare l'antico musaico, eseguito circa nel 1120, che ornava l'abside della tribuna di essa, ed aveva la superficie di 540 piedi quadrati. Affidato questo difficile lavoro a due artisti Pietro Querena e Lodovico Priuli, cominciarono eglino dal dividere il musaico in 51 sezioni, curando che le parti più interessanti delle figore, cioè teste, mani e piedi non soggiacessero a divisione: su ciascheduna sezione applicarono carta e tela con colla per impedire la separazione delle parti: poscia per di dietro staccarono dal muro una sezione dopo l'altra, ne separarono tutto il cemento, e rimessi ove mancavano i pezzetti di smalto perduti, ebbero in terra tutto il musaico in sezioni maneggevoli e trasportabili, divenute flessibili per la separazione di tutto il cemento, ed assodata dalla fodera incollata sulla anteriore superficie. Costrussero poi un mezzo catino di legno di grandezza, forma e curvatura uguale all'abside entro cui stava il musaico; e ciascheduna sezione fortificata nella parte posteriore con gesso e lamine di ferro cerate riposero entro di quello: levata poi la fodera incollata superiore, assicurate tutte le sezioni con viti, il musaico trovossi allogato nella cassa di legno, restituito nello stesso stato come era nel muro o migliore, facile a trasportarsi senza danni, ed a collocarsi a stabile dimora.

Questo artifizio parve così notevole per le difficoltà che si ebbero a superare da

rimunerarsi con medaglia d'argento dall' Imp. R. Instituto nel 1838.

Venendo ora a parlare della costruzione dei musaici è questa di varie specie, come già nel Dizionario si è detto, facendosi talvolta di pietruzze riunite con mastice, spianando il tutto dappoi a quel modo che si vide nel Dizionario pei musaici detti *romani*, altre volte unendosi pezzi di pietra dura, spianati dapprima, come nel luogo medesimo si disse pei musaici di Firenze. Si è veduto però come nei musaici romani si otturino gli interstizii con pezzetti di smalti, e come anzi con questi facciansi interamente talvolta. Questi Smalti, della cui composizione parleremo nell'articolo relativo, colansi sopra una tavola di marmo sovrapponendovene un'altra, cosicchè acquistino grossezza ben uniforme, quindi si puliscono con ismeriglio sopra una ruota orizzontale di piombo. Pei lavori più minuti gli smalti sogliono ridursi in bacchette quadrangolari. Tanto queste che le stiacciate si spezzano poggiandoli sopra un incudine a spigolo angurato, detta *tagliuolo*, e battendovi sopra con un martello, così che si riducano in piccoli pezzetti quadrati e prismatici di grandezza uniforme. Talvolta ancora i pezzi di smalto vengono tagliati con una sega senza denti per ridurli ad una data forma e lavorati poscia sulla cote di un mrotino. Gli smalti d'oro pei musaici formansi applicando una foglia d'oro alla superficie tuttora calda di un pezzetto di vetro estratto dalla fornace; tornasi quindi il tutto nella fornace per un momento fino a che l'oro sia solidamente fissato alla superficie, coprendo questa con uno strato sottile di vetro trasparente.

La varietà dei colori degli smalti adoperati pei musaici è grandissima. In Roma avvi una grande manifattura di tali musaici appartenente al Papa e posta in un ampio edifizio al mezzogiorno del tempio di San Pietro. In questa fabbrica gli smalti, ridotti alla forma di bastoncelli della lunghezza di un pollice, veggonsi in una serie di stanze secondo le varie loro tinte, che giungono a circa 17,000, e sono ordinatamente disposti in cassettine, scatole e nicchie regolarmente segnate, dalle quali gli artisti tolgono ciò che occorre pei loro lavori, a quel modo che il compositore sceglie i caratteri per la stampa. Generalmente parlando questi bastoncelli sono, come abbiamo detto, di forma quadrangolare, ma ve ne sono anche di altre figure.

Preperati così i materiali l'artista procede al lavoro. Il cemento stendesi nella quantità conveniente per la richiesta grossezza e riducesi ad una superficie piana. Quindi l'artista tenendo dinanzi a sè la pittura che vuol copiare sceglie un dopo l'altro i bastoncelli di smalto dei colori opportuni e gl'intinge nel cemento, prendendoli ed inserendoveli poscia con una pinzetta, battendoli con piccolo maglio di legno fino a che le loro superficie sieno ad uno stesso livello. Se l'effetto non piace all'artista, leva i pezzi e li riordina nuovamente. Il cemento, che rimane abbastanza tenero per due a tre settimane, componesi di una parte di calce spenta e tre di pietra di travertino polverizzata, il tutto impastato con olio di lino reso essiccativo mediante il litargirio. Si fanno più solchi nella materia su cui si vuole applicare il musaico, affinchè il cemento vi aderisca più saldamente. Per alcune occorrenze valgonsi anche i musaicisti di un altro cemento che è bianco ed indurasi facilmente, il quale si prepara con una parte di calce spenta e tre di marmo polverizzato, facendone una pasta con acqua ed albume di novo. Gli operai hanno cura di non mettere che tanto cemento quanto ne possono coprire di smalti prima che si induri. Allorquando si è copiata in tal modo una parte della pittura prepa-

rasi dell' altro cemento alla stessa guisa, fino a che tutto sia coperto di smalti. Se rimangono minute fessure fra le cime degli smalti riempionsi con polvere di marmo o di smalti mescinta con cera che vi si fa penetrare passandovi sopra un ferro caldo. Lasciati in questa posizione gli smalti per due mesi fino a che tutto il cemento siasi indurito la parte superiore si spiana e si liscia con pomice e smeriglio.

In un ritratto del Papa Paolo V fatto in tal guisa, la sola faccia contiene più che un milione e mezzo di pezzi non più grandi che un grano di miglio: impiegansi pezzi di varie grandezze da questa minuta dimensione fino a quella di due pollici in quadrato.

. Oltre a questo grande stabilimento molti artisti si occupano in Roma di piccoli lavori le cui dimensioni non superano i due a tre pollici quadrati, e che rappresentano uccelli, insetti e vasi di fiori eseguiti con assai finitezza. Questi piccoli musaici sogliono porsi entro una nicchia di rame resa scabra all' interno perchè vi aderisca meglio il cemento. .

In Venezia più che altrove la gran copia di antichi musaici che decorano la marciana basilica rendeva necessario che gli smalti pei musaici venissero condotti alla maggior perfezione possibile e si distinsero in ciò specialmente i veneti fabbricatori di conterie Angelo e Giovanni Giacomuzzi, e per avere condotto l' oro a bellezza e solidità uguale a quella degli antichi, e per avere ottenuto bellissime tinte e velature e degradazioni di esse, tali da prestarsi a qualsivoglia effetto di sfumatura.

Grandi vantaggi dei musaici sono la vivacità dei colori a la permanente lucidezza, specialmente in quelli fatti con ismalti di vetro, non che la inalterabilità delle tinte, la quale con nessun' altra maniera di pittura si può aggguagliare nemmeno approssimativamente: sono da contrapporsi la durezza dell' aspetto e il molto tempo che esige la esecuzione di essi, pel che ne riesce sempre notevolissimo il prezzo. Il primo di questi difetti sembra inerente al metodo stesso come si fanno i musaici, e si potrà bensì scemarlo adoperando minutissimi pezzi, ma non toglierlo del tutto giammai: al secondo difetto riparerebbe in gran parte la idea di fare i musaici per modo da poterli moltiplicare della quale ora parleremo.

Nel 1833 i giornali di Parigi pubblicarono la indicazione seguente.

» Lo splendore, la bellezza, la quasi inalterabilità dei musaici, rendevano desiderabile che si riuscisse a moltiplicarli, per decorazione delle case e dei monumenti. L' alto prezzo di tal genere di quadri era però un ostacolo insormontabile; ma da poco tempo l' arte ha fatto un passo importante.

» Ognun sa che vi sono musaici unicamente composti di piccoli paralellopipedi o bacchette di smalto, riavvicinate ed unite con un mastice particolare, in modo che col vario colore imitino l' oggetto dipinto che si vuole riprodurre. Questo genere di musaici, meno cari e meno durevoli di quelli fatti con cubi di pietre colorite, diedero l' idea di moltiplicarli assai semplicemente.

» I paralellopipedi tagliansi di forma possibilmente eguale per tutta la loro altezza, che può essere considerabile, indi riunisconsi nel cemento col metodo ordinario. Terminato il musaico copresi per ogni verso con uno strato di gesso o mastice, poi segasi per intero trasversalmente alle bacchette di smalto, e si ha così un primo musaico, lo smalto del quale riesce a dir vero pochissimo grosso, ma che basterà levigare col solito metodo perchè offra un quadro di vivi e bei colori. Replicando l' operazione se ne trarrà un se-

condo, e così di seguito, finchè si abbia ridotto il quadro primitivo in quanti più strati è possibile. È vero che questi musaici successivi non mostreranno la purezza di disegno e la finezza di contorni del primo, ma saranno belli abbastanza ed atti a servire di decorazione nelle stanze dei particolari, e quando l' invenzione sia diffusa, potranno acquistarsi a prezzo assai mite. »

Questo annunzio non fu però seguito, a quanto sappiamo, in Francia da veruno effetto, e solo nel 1846 i Giacomuzzi di Venezia onde abbiamo in addietro parlato lo misero in pratica, facendone e piccoli coperti di tabacchiere ed anche un grande tavolo, lavorando i pezzi di smalto, sotto l' angolo voluto dal disegno progettato, quindi unendoli insieme e segandoli. Quest' arte a noi pare potere divenire oggetto di grande importanza, massime se si provasse per economia e sollecitudine maggiori, a dare ai bastoncelli la forma voluta col passaggio a caldo attraverso d' una trafila o fra cilindri scanalati opportunemente, od anche spianandone i lati con meccanismi adattati. Non forse sarebbe senza utilità l' eseguire di siffatti lavori anche con legni, metalli od altre sostanze, suscettive di ridursi con la trafila alla forma voluta. Ad ogni modo è chiaro quanto debba riuscire più facile il formare questi musaici con fili o bastoncelli di una certa lunghezza anzichè con pezzetti corti e minuti; sicchè si avrebbero molte copie di un lavoro con minore fatica e difficoltà di quello che occorre per farne uno solo. Ciò inoltre renderebbe più facile l' uso di fili tenuissimi, per rimediare quanto è possibile al primo difetto notatosi del musaico, cioè alla irregolarità dei contorni.

Può riguardarsi come una applicazione di questo mezzo di moltiplicare i musaici quel metodo per copiare le pitture ad olio inventato da Senefelder con colori a cera a ad olio, poscia proposto dal Livesay con colori a cera soltanto e da noi stessi con colori ad acquerello, i quali metodi formavano la base di quello enfaticamente annunziatosi dal Liepman, e da esso tenutosi a lungo secreto, per la copia dei quadri ad olio. (V. Pittura.)

Annoverarono taluni fra i musaici, ma a quanto ci pare indebitamente, lavori fatti nel 1600 da una certa Roseè di Leida con pezzetti di seta di varii colori, esempi dei quali lavori si hanno anche in Venezia del secolo XVII, ove però la figure sono disegnate a pennello. Non più dei precedenti crediamo spettare ai musaici quei quadri formati con piume di uccelli riunite che ci vennero dall' America meridionale e dal Messico principalmente e trovarono anche fra noi imitatori. Di alcuni altri lavori cui diedesi il nome di *musaici*, e che hanno qualche maggiore importanza per le arti, crediamo doversi trattare in articoli separati.

(G.**M. — *Penny Magazine* — *Diz. delle Origini.)*

Musaico. I razzai danno questo nome a varie pertiche disposte a scacchi, con razzi talmente diretti che i getti di essi si incrocino quattro a quattro nel centro di ciascun riparto. (Ch. Laboulaye.)

Musaico *di lana*. Sotto questo nome si conosce un genere di lavoro praticato da lungo tempo in Germania per farne eleganti tappeti, il modo di eseguire i quali è il seguente.

I disegni che servono a questo genere di lavoro sono simili a quelli per le comuni tappezzerie, e si copiano su tele metalliche a maglie più o meno fitte, potendo così prepararsi in pezzi della maggior dimensione. Occupansi di questo lavoro soltanto fanciulle che vi acquistano col tempo grande abilità, cosicchè un grande quadro cui si applichino molte operaie ad un tratto può compiersi in alcune settimane. Il lavoro

si fa come ora diremo. Prendesi della lana a fibre lunghe, filata ben ugualmente e di finezza relativa a quella delle maglie del canovaccio o della tela metallica, e se ne caricano grossi aghi a tale grossezza che passandoli una sola volta nelle maglie queste sieno interamente riempite di lana. Ne risulta una tappezzeria grossa e densa, che si ha cura però di lasciare un po' lasca non tirando gli aghi con molta forza. Allorchè il canovaccio è caricato in tal guisa di punti di tappezzeria, se lo volge, se ne spiana e netta perfettamente il rovescio, poi vi si applica uno strato caldo di soluzione di gomma elastica sulla quale stendesi tosto una tela di cotone che vi si fa aderire con la pressione. I due tessuti prontamente si uniscono ed acquistano tale aderenza da non poterli separare senza lacerarli. Ottenutosi questo risultamento si portano sopra una macchina simile presso a poco a quella che si adopera per la cimatura dei panni, ma esattissima, la quale si fa agire fino a che tutti i punti della tappezzeria trovinsi aperti alla superficie. Attesa la grossezza della lana ne risulta un bellissimo velluto il cui pelo presenta i disegni, i colori e gli ornamenti che si eseguirono sulla tela o sul canovaccio. Apertisi così tutti i punti della macchina, levasi il canovaccio o la tela, e tutti i fili della lana rimangono aderenti sulla tela di cotone cui sono attaccati con la gomma elastica. Si dà l' ultimo apparecchio ed una spianatura al tappeto passandolo per la macchina da cimare che fa questo lavoro in un momento. È da avvertirsi che quando cangiasi la gugliata le cime della lana rimangano al di sopra e non al di sotto, poichè altrimenti impedirebbero che si unissero i fili alla colla, non avendo invece nessun inconveniente alla parte superiore dove la macchina da cimare li taglia.

(F. Malepeyre.)

Musaico *di rilievo*. Chiamano gli architetti un componimento di vetri, pietre e nicchii di varie sorta, col quale per lo più si adornano grotte e fontane. Vi si fanno sovente entrare anche pezzetti di scogli, coralli e madrepore.

(Baldinucci.)

Musaico *rustico*. Questo genere di lavori, detto dai Francesi *ouvrage de rocailles*, adoperasi per ornamento delle fontane nei giardini, e si fa con piccoli pezzi di colature di mattoni vetrificatisi per essersi troppo cotti nella fornace, e con le colature del vetro che si raccolgono quando scoppia nella fusione alcuno dei vasi che lo contengono. Commettonsi questi con bell' ordine nello stucco facendosene figure, animali ed altro.

Un altro musaico rustico si fa pure con pezzetti di marmo di più colori adattati alle cose che si vogliono rappresentare o con alcune piccole frombolette di più colori somigliantissima alla ghiaia.

(Baldinucci.)

MUSCARI. Specie di giacinto che si coltiva a cagione del suo odore moschiato il quale partecipa del garofano.

(Alberti.)

MUSCATO, MUSCHIATO. Si dice di ciò che ha del muschio o che sa di muschio.

(Alberti.)

MUSCHIATA *noce*. V. Noce.

MUSCHIETTO. Lo stesso che Amaretta. (V. questa parola.)

(Alberti.)

MUSCHIO. Nei più antichi scrittori trovasi detto essere il muschio un escremento di un animale detto *gassella* che lo produceva in certo tempo dell' anno intorno al bellico come in un' apostema; dicesi pure da altri che abbondava in alcuni paesi e traevasi da alcune fiere che avevano l' aspetto di volpi, ammazzavansi con bastoni e si lasciavano putrefare.

Da ciò si vede che, malgrado i pochi lumi della storia naturale di que' tempi, non avevasi del muschio una idea affatto inesatta. Il celebre viaggiatore Marco Polo parla sovente del moschio, e descrive ancha l' animale del zibetto da cui quello traevasi nell' Oriente. Narravasi però la favola che l'animale del moschio inseguito dai cacciatori si stracciasse quella vescichetta per cessare di essere perseguitato. Si è veduto nel Dizionario da quale animale veramente si tragga.

L'odore del muschio è penetrantissimo, forte, tenace ed atto a spargersi da lungi, e malgrado la sua intensità, la sostanza che lo emana non scema di peso, una parte di muschio potendo bastare a comunicare il proprio odore a 2000 parti di polvere inodorosa. Avvicinansi al muschio per l' odore lo zibetto, l' ambra grigia, ed il castoreo. Anche il pecari o tajassù, l' ondatra, il topo muschiato, il tasso, la faina e simili, hanno alcune produzioni moschiate; il sudore, le orine e la bile dell' uomo sotto certe condizioni tramandano questo odore; lo stesso è pure di moltissimi vegetali, e forse il muschio non è estraneo al regno minerale eziandio, avendosi esempii di terre muschiate.

Vi hanno molte sorta di muschio che differiscono secondo la età degli animali e le latitudini più o meno settentrionali delle campagne da essi abitate. Il miglior muschio ha i caratteri esterni seguenti: è composto per la maggior parte di grani rotondi od ovali, un poco schiacciati, talvolta irregolari, di varia grossezza, da quella d' una testa di spilla a quella d' un pisello, mesciuti con una materia più o meno coerente. Questi grani hanno un colore carico, bruno-nerastro, quasi nero ed un aspetto leggermente untuoso. Si può schiacciarli fra le dita con facilità, e la loro materia è interamente omogenea. Quando si stropicciano sulla carta, lasciano un segno bruno. Il rimanente della materia è fragile, sparso di sottili membrane brune. L' odore del muschio, quando si trae dalla borsa, è forte ed accompagnato da un altro odore accessorio che svanisce col tempo.

La bontà del muschio dipende principalmente dall' essersi preso sopra animali di media età, non troppo vecchi nè troppo giovani. Nel commercio si conoscono due specie di musco; il primo proveniente dalla Cina col nome di *muschio di Tonquin*, che venne riguardato sempre come il più puro e che è il più stimato: quando è di buona qualità ha una consistenza semi-solida e rappresa, un sapore amaro, un odore reumatico, tenace e persistente. Le sue vescichette sono coperte di peli di colore rossiccio, lunghi da 12 a 16 millimetri, e nell' interno presentano un colore nerastro. L' altra specie detto *muschio di Russia*, od anche *muschio Kabardin*, ha un odore meno vivo, meno aggradevole, e sovente anche fetido e ributtante. Le vesciche sono coperte di un pelo rado, grigio argenteo, che strappasi facilmente, hanno forma un po' più allungata e meno gonfia, la loro pelle di sotto è più biancastra, secca e resistente al tatto. Questo muschio consideravasi di qualità molto inferiore, talchè vendevasi a prezzo assai più basso e non volevasi adoperarlo nelle farmacie; ma in questi ultimi tempi la Siberia diede un muschio ugualmente buono che quello della Cina.

Il molto valore del muschio indusse in ogni tempo i mercanti a studiarsi di adulterarlo frammischiandovi sostanze che abbiano con esso qualche analogia, come è il sangue seccato ed altre materie animali; e per renderlo pesante introduconsi nelle vesciche arena, terra o piombo. Siccome il muschio comunica facilmente il proprio odore e ne penetra le sostanze che vi si uniscono, così riescono

difficilissime da provarsi le varie manipolazioni fraudolenti che si commettono, specialmente a chi sia poco pratico in questo ramo di commercio. Tuttavia, introducendosi sempre queste materie straniere nelle vesciche per mezzo di aperture artifizialmente praticate, le quali poscia si otturano, così il primo esame che dee farsi, allorchè si tratta di acquistarne, è di osservare se le vesciche sieno state cucite o incollate, assicurandosi altresì se il pelo che le ricopre vi sta attac cato naturalmente oppure lo sia in forza di qualche sostanza mucilagginosa impiegatavi.

Una vera borsa di muschio ha due piccole aperture, l'una delle quali conduce nel luogo della materia odorosa, e l'altra nell'uretra. Talvolta queste aperture sono tanto contratte che appena si possono ritrovare; ma, in ogni caso, quando mancano, la borsa è assolutamente falsa. Variano di grossezza, avendo da uno fino a due pollici e mezzo di diametro, e sono più o meno rotonde; trovansi coperte di peli gialli o d'un giallo bruno e ruvidi, che convergono verso il centro. Sopra quelle che provengono da animali vecchi, i peli sono più radi, sembrano come consumati, ed hanno un colore più carico. Una grande quantità di piccoli grani rotondi nell'interno è anche un carattere sicuro della buona qualità del muschio; bisogna pure non iscoprirvi parti fibrose, usando il microscopio. L'odore deve essere schietto, senza alcun accessorio putrido. I caratteri chimici più certi che annunziano un muschio di buona qualità e non falsificato, sono che si disciolga fino a tre quarte parti del suo peso nell'acqua bollente, che questa soluzione venga precipitata dagli acidi, massime dall'acido nitrico, finchè divenga quasi scolorita, che precipiti con l'acetato di piombo a con l'infusione di noce di galla, e che non dia il menomo precipitato col cloruro di mercurio. La cenere del muschio bruciato deve essere grigia, non fulva nè gialla, e non oltrepassare un 5 a 6 per cento.

Ecco il modo come i profumieri sogliono dare il saggio al muschio. Ne prendono una piccola parte e la trattano con alcole a 40°; indi filtrano questa tintura, facendone evaporare due o tre goccie nella cavità della mano. Passati alcuni istanti l'alcole si dissipa, e l'odore di muschio si sviluppa allora con tanto più forza quanto è di miglior qualità. È inoltre da osservarsi che il residuo lasciato dal muschio quando sia di buona qualità è generalmente minore di quello del muschio falsificato.

La prima buona analisi chimica che si abbia del muschio è quella di Thiemann. Poscia, Bucholz, Guibourt e Blondeau pubblicarono indagini su tale sostanza. Più recenti sono quelle di Buchner, nonchè di Geiger e Reimann, dal cui pregevole lavoro trarremo le nozioni principali. Le parti costituenti del muschio sono le seguenti:

1.° *Materie volatili.* Il muschio, quale si trova in commercio, rinchiuso nella stessa borsa dell'animale, contiene proporzioni variabili di sostanze volatili, una piccola quantità delle quali consiste di carbonato di ammoniaca ed il rimanente di acqua. Thiemann ne trovò 15 per cento, Guibourt e Blondeau 47, Buchner 17,6, Geiger e Reimann. 41. Quello che si volatilizza consiste principalmente in acqua, la quale contiene circa 1/3 per cento del peso del muschio di ammoniaca, con un indizio incalcolabile di materia colorante. Il forte odore del muschio, che persiste sì lungamente, e si distingue da tutte le altre materie odorose, perchè sotto la minore quantità affetta maggiormente l'olfato, non appartiene ai principii volatili del muschio

medesimo. Tutti quelli che istituirono esperienze a tale proposito si accordano nel dire che la materia odorosa del muschio non dipende da olii volatili, nè da aromi, come gli odori delle piante. Non si può toglierlo con la distillazione: la materia stillata bensì ne esala l'odore, ma quello che rimane nella storta conserva lo stesso odore di prima. Nessun dissolvente può separarlo dalle altre materie, perchè truvasi in tutte egualmente.

Quando si fa seccare il muschio, per esempio, sopra l'acido solforico, in modo da separarne tutta l'acqua, l'odore non è più sensibile; ma ricompare subito che il muschio riprende l'umidità primitiva esponendolo all'aria, oppure umettandolo con acqua. Geiger e Reimann seccarono e ammollirono il muschio 30 volte l'una dopo l'altra, e continuò ad essere odoroso. Da ciò conclusero che la miglior maniera con cui rappresentar ci possiamo una spiegazione di questo fenomeno consiste nell'ammettere che l'odore del muschio provenga da una decomposizione che provi questa sostanza poco a poco, il cui effetto sia di produrre continuamente piccole quantità d'una materia fortemente odorosa che si volatilizza, allo stesso modo come le sostanze organiche in putrefazione emanano materia di un odore disaggradevole e nauseante. Robiquet volle per molto tempo sostenere l'opinione che alcune sostanze debbano il loro odore ad una certa quantità di ammoniaca che separano, la quale trae seco delle materie non volatili, e il cui odore maschera il proprio. Ciò che prova avvenire in tal caso qualche cosa di simile è il trovarsi dell'ammoniaca nell'acqua che si separa dal muschio con la diseccazione, e in quella con cui si distilla, potendosi quindi reputare che l'ammoniaca e la materia odorosa sieno costantemente riunite insieme. Ma se può ammettersi come un fatto sicuro, che l'ammoniaca favorisca lo sviluppo dell'odore e lo renda più sensibile, non è costante egualmente che questo alcali sia una condizione indispensabile pegli odori di tal genere. Senza dubbio una gran parte degli odori animali sono della stessa natura di quelli del muschio, soltanto il nostro organo dell'odorato è meno proprio a riceverne l'impressione. Ma questa facoltà esiste ad un grado assai superiore negli animali, che sentono l'odore, per esempio, di quelli de' quali si nutrono e ne seguono le tracce. Si può citare, come esempio molto somigliante, quello della bile, che, come dicemmo, ad un certo momento della sua decomposizione, ne esala uno perfettamente analogo a quello del muschio.

Non si sa per anco da quale sostanza fra quelle che compone il muschio sia prodotta la materia odorosa.

2.° *Grasso.* Il muschio contiene un grasso analogo al sevo, saponificabile, che trovasi talvolta convertito in acidi grassi, ed un altro grasso cristallino non saponificabile, che perciò si riguarda identico alla colesterina. Questi grassi si estraggono con l'etere, dopo la cui evaporazione rimangono mesciuti ad una materia resiniforme. Per separare l'una dall'altra queste materie grasse, si discioglie il residuo nell'alcole anidro bollente, fino a saturazione; si separa il sevo col raffreddamento; si disecca la soluzione feltrata, e se la tratta con lo spirito di vino freddo, che contiene 60 per cento di alcole, il quale lascia indisciolta la colesterina.

3.° *Resina.* Evaporando il liquore spiritoso che rimane, e versandovi dell'acqua verso il fine, si precipita una sostanza resinosa. Si ottiene una maggior quantità di questa resina facendo bollire con l'alcole anidro il muschio esaurito prima con l'etere, evaporando il liquore a secco, e trattando il residuo secco a freddo con l'al-

cole a 78 per cento; rimane un poco di colesterina e di sego. Si aggiugne al liquore dell' acqua, si stilla, e, colato l' alcole, trovasi separata dal liquido una materia resinosa, la quale, trattata con l' alcole a 60 per cento, lascia il residuo di un poco di grasso che era ritenuto dalla resina. Questa resina ha le seguenti proprietà: è di un giallo-bruno, ha l' odore del muschio ed un sapore amaro, è un poco molle e viscosa, si discioglie difficilmente in piccola proporziona nella potassa caustica, anche facendola bollire, non isvolge menomamente ammoniaca nell' operazione, e si precipita senza aver sofferto alcun cangiamento quando si versa un acido nella soluziona alcalina. L' etere ed anche l' alcole acquoso la disciolgono; l' acqua messa in digestione acquista il suo sapore amaro, e al tempo stesso la resina assorbe dell' acqua che la rende molla e viscosissima.

4.° *Estratto alcolico.* Il liquora da cui si è separata la resina, nell' operazione precedente, mentre si stillò l' alcole, fornisce, feltrato ed evaporato, una materia estrattiva gialla ed acida, che ha un debole odore di muschio ed un sapore salato, amaro, un poco analogo a quello del muschio. Le sua reazioni indicano l' esistenza dei sali di ammoniaca e di calce. La sua soluzione viene precipitata dal nitrato di argento, dall' acetato di piombo neutro, dal cloruro di mercurio, e dall' infusione di noce di galla. Bruciandosi, sparge un odore animale, e lascia una piccola quantità di cenere solubile nell' acqua e non alcalina. Geiger a Reimann ne ottennero dell' acido non volatile che suppongono essere stato libero in parte e in parte combinato con l' ammoniaca, inoltre del cloruro di ammoniaca, di soda, di calce ed una materia animale estrattiforme. Tutte queste circostanze riunite ci permettono di riguardare questo estratto alcolico come identico all' estratto alcolico di carne.

5.° *Estratto acquoso. (Acido del muschio di Buchner).* Allorchè si fa seccare il muschio spogliato con l' alcole anidro, e poscia si tratta con acqua fredda, si ottiene un liquido rosso-bruno che, dopo evaporato quasi a secco, abbandona all' alcole con cui lo si mesce un poco di estratto alcolico che tuttora vi rimaneva. Il residuo, insolubile nell' alcole, è dotato delle seguenti proprietà: è polveroso, bruno, inodoroso, scipito, di sapore poco salato, inalterabile all' aria, compiutamente solubile nell' acqua. Quando si abbrucia, questa sostanza sparge un odore leggermente ammoniacale, simile a quello d' una materia animale, si gonfia molto, arde lentamente, e lascia una cenera bianca composta di carbonato di calce, di solfato di calce, di cloruro di soda, e d' un poco di sotto-fosfato di calce. La dissoluziona non reagisce nè come acida nè come alcalina, e svolge dell' ammoniaca trattata con la potassa. Evaporata lentamente fornisce, quand' è concentrata, piccoli cristalli di fosfato doppio di ammoniacà e magnesia. L' ammoniaca precipita immantinente questo sale dalla soluzione. Questa si può riguardare come una combinazione salina di potassa e di ammoniaca senza calce, con una materia insolubile per sè stessa nell' acqua, la quale viene così compiutamente precipitata dagli acidi che il liquore rendesi scolorito. Questa sostanza è quella che Buchner chiamò *acido del muschio*, nella sua analisi. Venne da lui paragonata, non chè da Geiger e Reimann, alla geina, dalla quale per altro differisce assai perchè contiene del nitrogeno. È solubile nell' ammoniaca, e rimane combinata seco anche dopo l' evaporazione. Fornisce anche composti solubili con la potassa e con la soda; la sua combinazione con la calce però sembra insolubile. Allorchè si discio-

glie questa combinazione con l'ammoniaca e si evapora più volte di seguito, lascia ogni volta un residuo insolubile, il quale si ridiscioglie aggiugnendovi dell'ammoniaca. Una soluzione neutra di questa combinazione non viene precipitata che incompiutamente dall'acido acetico, e un grande eccesso di acido discioglie il precipitato. Viene anche precipitata dal solfato di ferro, dall' acetato di piombo neutro e dall' infusiona di noce di galla, nel che distinguesi dal bruno d' indaco, col quale ha d' altra parte la maggiore analogia. Il cloruro di mercurio non la precipita menomamente.

L' ammoniaca estrae inoltre dal muschio trattato con l' acqua fredda, una certa quantità di questa stessa materia divenuta insolubile per la perdita della sua base, e quello che rimane poscia sembra essere ugualmente la stessa sostanza, o potersi facilmente trasformare in essa, poichè, quando si versa una soluzione fredda di potassa caustica sopra questo residuo, dapprima si rapprende in gelatina, poi si discioglie compiutamente nel liquido, col soccorso di un dolce calore, e gli acidi lo precipitano pressochè totalmente. Se lavato questo residuo si discioglie nell' ammoniaca caustica, si comporta assolutamente come la materia sopra descritta, e fattolo seccare, può disciorsi nell'acqua. È probabile che il residuo insolubile nell' ammoniaca contenesse questa sostanza allo stato di combinazione con un indizio di albumina e col tessuto solido, la cui maggior parte rimase, come al solito, nel liquore, allorchè si precipitò la soluziona alcalina con un acido. Si spiega con ciò lo stato gelatinoso anteriore alla soluzione, e similmente sembra verosimile che quanto venne riguardato nel muschio come albumina e fibrina, fosse questa combinazione alla quale l' alcali fa provare il genere di decomposizione di cui si è parlato.

Thiemann, Guibourt e Blondeau accennano la gelatina tra i principii costituenti del muschio. Geiger e Reimann, al contrario, trovarono che, trattando il muschio con acqua fredda, e facendolo poscia bollire nell' acqua, le membrane che contiene non danno colla bastante perchè il liquido si rappigli in gelatina, quantunque la proprietà che possede il precipitato prodotto dall' infusione di noce di galla di agglutinarsi un poco in una massa elastica allorchè si riscalda, indichi che dovrebbe contenere una piccola quantità di gelatina. È perciò evidente che quanto venne creduto gelatina dai tre chimici precedenti, era principalmente la materia combinata con ammoniaca e precipitabile dal tannino, che venne indicato superiormente.

6.° *Sali inorganici.* Il muschio lascia quando si brucia un 5 a 10 per cento di cenere carboniosa, composta di carbonato di potassa, solfato di potassa, prodottosi forse per effetto della combustione, cloruro di potassa, fosfato di calce e indizii di magnesia e d' ossido di ferro.

Secondo l' analisi di Geiger e di Reimann, cento parti di muschio contengono:

Grasso non saponificato	1,1
Colesterina, che contiene del grasso precedente	4,0
Resina amara particolare	5,0
Estratto alcolico, acido lattico libero e sali	7,5
	17,6.

Riporto . . .	17,6
Estratto acquoso: materia particolare combinata con potassa e con ammoniaca, e sali solubili nell'acqua	36,5
Residuo sabbioso insolubile	0,4
Acqua e ammoniaca sviluppata dall'acido lattico	45,5
	100,0.

Guibourt e Blondeau, indicano come parti costituenti del muschio:

Estratto con l'etere: grasso, colesterina, un pochi di acidi grasi, saturati con ammoniaca, indizii d'un olio volatile.	13,000
Estratto alcolico: colesterina, sali di ammoniaca con acidi grassi, olio volatile, cloruri di potassa, di soda, di ammoniaca e di calce, ed un acido indeterminato combinato con le stesse basi	6,000
Estratto acquoso: i cloruri precedenti; l'acido combustibile, indeterminato, gelatina, materia carboniosa solubile nell'acqua . .	19,000
Estratto con l'ammoniaca: albumina e fosfato di calce	12,000
Tessuto fibroso, carbonato e fosfatu di calce, peli e sabbia . . .	2,750
Ammoniaca, volatilizzatasi con la diseccazione	0,325
Acqua	46,925
	100,000.

L'uso principale del muschio si è in qualità di profumo, solo od unito ad altre sostanze odorose in piccola quantità, riuscendo allora gratissimo (V. Profumiere). In medicina riguardasi quale medicamento di somma importanza, essendo eccitante ed agendo in tutte le vie del corpo. Respirato in luogo chiuso sale al capo e porta agitazione e cefalalgia, e riesce a molti incomodo anche respirato all'aria libera.

(Berzelio — A. Bussy — *Diz. delle Origini* — *Diz. delle Scienze mediche).*

Muschio *artifiziale.* Si ottiene versando goccia a goccia tre parti di acido nitrico fumante sopra una parte di olio di succino non rettificato. L'olio viene trasformato dall'acido che si decompone, in una resina acida che impastasi nell'acqua pura, finchè sia tolto tutto l'acido eccedente. La sostanza che rimane è di un bruno giallastro, molle, viscosa, d'un odore che ricorda quello del muschio: arrossa la carta di tornasole, sciogliesi in piccola quantità nell'acqua e in maggior porzione nell'alcole. Secondo Setterberg, contiene almeno tre resine, due delle quali solubili nell'olio di terebintina bollente, mentre la terza rimane indisciolta. Una delle resine disciolte si separa dall'olio col raffreddamento: la sua quantità è poco considerevole. L'altra puossi ottenere con la evaporazione dell'olio. È molle, e prende un aspetto di seta, quando s'impasta. Tutte le tre resine forniscono resinati alcalini solubili nell'acqua e di un sapore amaro. Una soluzione di una parte di musco artifiziale in otto parti d'alcole adoperasi in medicina.

(Berzelio.)

Muschio, Musco *(Muscus).* Famiglia di piante che possono dirsi i pigmei del regno vegetale, le quali recano danni e

vantaggi agli agricoltori ed hanno varie applicazioni nelle arti, pel che meritano di essere fatte conoscere.

Altre volte se ne contavano sette generi che vennero poscia portati a trentatrè. Dopo i licheni, coi quali vengono spesso confusi quantunque ne differiscano assai, sono le prime piante che si impadroniscono di un terreno spoglio di ogni altra vegetazione. Per germinare e crescere basta loro trovare una superficie inuguale, ed una costante umidità, e perciò abbondanti si incontrano tanto sulle pietre più dure, sulle sabbie più sterili, sugli alberi più alti, quanto nei terreni più buoni, o nelle paludi. Rendono adunque alla vegetazione dei paesi aridi con la decomposizione delle loro foglie e dei loro steli, un poco di quel terriccio, che tanto efficacemente favorisce il crescimento delle piante; vantaggiosi sono altresì alla coltivazione dei paesi coperti di acque stagnanti, formandovi nello stesso modo della torba che trasforma un lago in una palude, ed una palude in una prateria suscettibile di produzioni utili. Prestano inoltre all' uomo ed agli animali essenziale servigio nell' inverno, al qual tempo sono per la maggior parte in vegetazione quando tutti gli altri mezzi di purificazione dell' aria sono affievoliti, assorbendo l' idrogeno e l' acido carbonico emanando invece dell' ossigeno.

I muschi in generale sono piccole piante sempre verdi, che traggono, per quanto sembra, più nutrimento dalle foglie che dalle radici. Quasi tutti vivono parecchii anni di seguito; i loro steli sono scempii o ramificati, diritti o serpeggianti; le loro foglie membranose, sessili, sparse, distiche, imbriciate; i loro fiori tuttora sconosciuti, malgrado le ricerche di molti abili naturalisti; i semi, che Linneo ed altri preso avevano per la polvere fecondante, sono contenute in una specie di ciotola, chiamata urua, la quale talvolta è sessile, talvolta portata da un peduncolo più o meno lungo.

I muschi si trovano quasi da per tutto, ma le loro grandi specie preferiscono i luoghi freschi ed umidi. Le piote che formano sono molli al tatto e piacevoli alla vista, specialmente nel verno. Decomponendosi poi continuamente alla base, frattanto che si vanno aumentando alla cima, producono quello strato di terriccio che vi si trova sempre sotto, e per conseguenza quella terra vegetale, fondamento d' ogni fertilità.

Accusano taluni i muschi di essere nocivi all' agricoltura, altri invece pretendono che non sieno a quella causa di danni, ma effetto, o conseguenza di altre cause soltanto. Così, per esempio, è bensì vero che un prato invaso dai muschi rende assai meno, ma ciò secondo alcuni nasce soltanto perchè i muschi allora solo appariscono quando il terreno è stanco di alimentare quelle erbe, e richiede che vi si cangi coltura e che si moltiplichino le concimature e gli abbonimenti. In prova di ciò adducono il fatto che le praterie naturali od artifiziali, poste sopra fondi cattivi, ombreggiate da boschi o da fabbricati vengono invase dai muschi più presto. Concludono quindi non essere il musco altrimenti la causa della distruzione delle praterie, ma la conseguenza di quella, impadronendosi di esse mano a mano che periscono le erbe onde si compongono.

Lo stesso dee dirsi, secondo questi, del musco sugli alberi, i quali allora solo se ne coprono quando vanno per età declinando o sono comunque ammalati. Fondati su questa supposizione ritengono che i muschi non sieno dannosi alle piante, e ne citano a testimonianza querce secolari, che vegetano in vallate fertili ed umide, e quantunque sieno tutte coperte di musco presentano la vegetazione più vigorosa.

Questa massima però non par vera del tutto, poichè evidentemente vedonsi le piante soffrire per la presenza dei muschi quando non sieno appunto di grandissima robustezza. In vero devono i muschi nuocere agli alberi otturando i pori della corteccia e impedendo che succedano liberamente l'assorbimento e le secrezioni che è destinata a produrre quella parte importante dei vegetali. Inoltre i muschi mantengono alla superficie esterna degli alberi una continua umidità funesta, e servono di nascondiglio a moltissimi insetti che annidano nelle fenditure, feriscono la corteccia e spesso cagionano all'albero grave danno e finiscono col farlo perire. Non tutti poi sono d'accordo circa all'ammettere se queste piante traggano o no dagli alberi il loro nutrimento, e nuocano anche per questo riguardo. Sembra adunque potersi dire, fino a tanto che un albero è vigoroso nè il suo sviluppo è impedito da causa alcuna, mantenersene liscia la corteccia, sicchè alcuna pianta vi si può sviluppare. Se però qualsiasi circostanza scema vigoria all'albero, i succhi già alterati recandosi alla corteccia favoriscono lo sviluppo dei muschi, la cui forza assimilatrice accresce il male già esistente, questa doppia causa sollecitando la perdita della pianta.

Lo sviluppo dei muschi sulla superficie delle cortecce è adunque una prova della malattia degli alberi, ed un avvertimento di studiare la causa che la promove. Il più sovente proviene dalla natura del suolo che li sostiene; alcune volte dalla plaga, dalla circolazione dell'aria, od altro.

Un suolo magro, poco profondo, non offrendo agli alberi bastanti succhi nutritivi, li intristisce, e i muschi si sviluppano; se il sotto-suolo è pietroso, argilloso, le radici non potendo penetrarvi, rendono ugualmente l'albero languente, e l'effetto è lo stesso, sviluppandosi i muschi: un terreno troppo secco o troppo umido, un' esposizione troppo calda o troppo fredda, la privazione d'aria ed altro conducono ai medesimi inconvenienti. La vecchiezza degli alberi, anche in un suolo fertile, è pure causa del loro deterioramento e della comparsa dei muschi sulla loro corteccia. Si può dire che le cagioni precedenti producono una specie di vecchiezza anticipata, una precoce caducità nei vegetali, e ne trae seco tutti gl'inconvenienti.

La prima cura adunque da prendersi quando veggonsi gli alberi coprirsi di muschi sta nell'indagare la causa dello stato malaticcio che con questo indizio palesasi. Perciò fino dal 1791 troviamo ricordato che un parroco di Veissenfels era riuscito a liberarsi dai muschi rivoltando la terra a piè degli alberi con la zappa, e questo stesso mezzo vediamo recentemente indicato come utilissimo da Merat. Giova per altro a queste misure essenziali aggiugnere quella della politura degli alberi dai muschi, lo che si fa sfregando sulle cortecce, sul tronco e'suoi rami con tela grossa e nuova, con una spazzola, od anche con un ferro fatto a mezza luna con manico più o meno lungo per giugnere ai rami più alti. Si dee scegliere per questa operazione un tempo umido, poichè allora il musco staccasi con più facilità essendo rammollito. Inoltre val meglio praticarla in autunno od in primavera nel tempo della fioritura o della maturazione delle frutta, affinchè l'albero abbia tutti i suoi succhi. Per impedire che riproducasi il musco giova coprire la corteccia dell'albero con un latte denso di calce mediante un grosso pennello allorquando la vegetazione comincia a manifestarsi. Siccome per altro si potrebbe temere che la calce otturando i pori rallentasse l'assorbimento dei principii alimentari, così trovossi utile di bagnare invece

il tronco ed i rami con una lisciva di cenere o di potassa caustica della stessa forza di quella che si adopera pel bucato domestico, assicurandosi che in tal guisa non solo distruggesi il musco, ma l'albero acquista sommo vigore.

Gli usi dei muschi nell' agricoltura e nelle arti sono moltissimi. Siccome assorbono assai facilmente la umidità e difficilmente la perdono, così adoperansi nei giardini per coprire le aiuole sparse di fine sementi che devono rimanere alla superficie del suolo, e che tuttavia abbisognano di una costante freschezza per germinare. In alcuni paesi vengono diligentemente raccolti nell' inverno mediante rastrelli a denti di ferro e portansi nelle case per farne letto agli animali ed aumentare così la massa dei concimi. Fra tutte le sostanze adoperate a tal uso questa è la più dolce, quella che assorbe meglio le orine degli animali, che più intimamente s' impregna dell' untuma trasudato dalle pecore, untume che per sè stesso è conosciuto come un letame eccellente. Imputata loro viene una maggior lentezza della paglia nel decomporsi, quando sono messi in mucchio, e di fatto nulla somministrano di solubile nel loro stato di freschezza, come ha osservato Braconnot; ma se questo è in certi casi un male, in certi altri è un bene, e d' altra parte non si tratta che d' aspettare un poco di più, perchè anche in quello stato divengono un acconciamento meccanico per le terre argillose ed umide.

Vi sono alcuni dilettanti di fiori che raccolgono del musco, e lo stratificano con terra in un luogo fresco, anche umido, e lo lasciano consumare per due o tre anni, avendo cura d' annaffiarlo in caso di siccità; al termine di questo tempo, rompono il mucchio, rimestano insieme esattamente tutte le sue parti, lo dividono in altri piccoli mucchii, e lasciano impregnare questi per altri due anni dell' acido carbonico dell' aria; lo cangiano anche di posto due o tre volte in questo intervallo, affinchè più intimo ne sia il muscuglio, e perchè tutte le sue molecole partecipino dell' influenza atmosferica. Con questo mezzo ottengono un terriccio favorevolissimo alla coltivazione.

Se in vece di terra sciolta vi si adopera sabbia fina, ne risulta una terra di brughiera, perfettamente simile a quella che si trae dal legno, terra d' un sì grand' uso oggidì nella coltivazione, ma che non si trova da per tutto. In questo caso conviene annaffiare spesso il mucchio in estate.

La riproduzione della maggior parte dei muschi è tanto rapida che due anni dopo d' averne purgato un dato luogo, vi ritornano più abbondanti di prima. L' agricoltore non dee adunque mai temere di restarne privo, per poco che un paese loro sia favorevole, e che vi si trovino terreni incolti o boschivi.

Nell' Inghilterra alcuni fioristi sostituirono con molto vantaggio il musco alle ceneri di carbon fossile, od ai pezzi di coccio che mettonsi al fondo dei vasi per agevolare lo scolo dell' acqua. Tommaso Parkins avendo fatto venire da molta distanza parecchie margotte di garofani, pose una parte di queste in vasi disposti al solito modo, altre in vasi al cui fondo erasi posto del musco fresco. Nella primavera seguente levati questi garofani, trovò che quelli cresciuti nei vasi dove era il musco erano sensibilmente più forti degli altri; quantunque in vero il musco fresco assorba e ritenga con forza la umidità, ha pure la elasticità e la proprietà della spugna, e favorisce meglio lo scolo dell' acqua che nol facciano le materie compatte capaci di formare una massa dura ed impenetrabile. Inoltre decomponendosi gradatamente somministra alla pianta un validissimo nutrimento.

Già da qualche tempo Demidoff usava fare germinare i semi nel musco, e non porli in terra se non quando la loro radicetta erasi bene sviluppata. In appresso si conobbe potere coltivare nel musco solo molte piante con ottimo effetto, e specialmente pei fiori da tenersi nelle stanze, ed alla parola ANANASSO in questo Supplemento può vedersi come anche quella pianta cresca e prosperi ottimamente in tal guisa. La proprietà dei moschi di assorbire e trattenere la umidità li rende pure utilissimi per imballare le pianticelle da trasportarsi e per fasciarne gl' innesti. Le ghiacciaie guernite di queste piante conservano il ghiaccio quanto quelle costrutte di pietra.

La mollezza che serbano i muschi anche secchi e l' intrecciamento delle loro fibre li rende atti a molti altri usi diversi nella economia e nelle arti. Così utilmente si adoperano per l' imballaggio degli oggetti più fragili e delle frutta che benissimo vi si conservano ; se ne fanno paglericci, materazzi e cuscini per le seggiole che conservano a lungo la loro morbidezza ed elasticità. Uniti con argilla vi serve di legame dandole più consistenza per cementare ed intonacare le case rurali ; impastandoli con polvere di carbon fossile, danno ad essa la coesione di cui difetta, risultandone un ottimo combustibile. Adoperansi anche i muschi per calafatare le barche ed all' articolo CARTONE (T. IV di questo Supplemento, pag. 168) videsi come siasi formato questo coi muschi, specialmente per guernire le fodere delle navi, interponendulo fra esse e lo scafo. Per fare questi cartoni, Nesbitt e Vanhoutem che imaginarono tale fabbricazione indicano il seguente metodo. Raccoltosi il musco si lava, si netta diligentemente ed asciugasi, poi si taglia minutamente e riducesi in una pasta simile a quella della grossa carta da invogli : questa pasta raccogliesi sulle forme facendone fogli che rioniscansi mediante una colla insolubile nell' acqua e rendesi ben compatto passandolo pel laminatoio. Gl' inventori credevano che questo cartone gonfiandosi impedisce l' infiltrazione dell' acqua, e dicevano che diverse navi olandesi ne avevano usato con ottima riuscita in viaggi di lungo corso. Finalmente alcuni muschi adoperansi anche in medicina come sudorifici, purgativi e febbrifughi.

(BOSC — GIOBERT — MERAT.)

MUSCO *di Corsica o marino.* V. CORALLINA.

MUSCO *di terra.* V. LICOPODIO.

MUSCOLARE *(Forza).* La forza motrice di un animale, considerata nei muscoli, allorquando questi producono i movimenti che sono loro propri o comunicano la loro azione alle parti sopra le quali si inseriscono.

(Diz. delle scienze mediche.)

MUSCOLEGGIAMENTO. La formazione e l' ordinamento dei muscoli di una statua o simili.

(BALDINUCCI.)

MUSCOLO. V. CARNE.

MUSEO. Che cosa s' intendesse anticamente con questo nome, si disse nel Dizionario, e vedemmo come oggi lo si applichi a quei luoghi dove si contengono oggetti di belle arti, di antichità o simili. Relativamente a questi musei la industria non ha altra parte che quella della costruzione dei locali, per la quale, come si disse nel Dizionario, è difficile stabilire leggi in generale, avendo queste a variare secondo le circostanze della quantità degli oggetti e delle condizioni del luogo. Si chiamano *musei* altresì que' luoghi dove si conservano oggetti per saggio di storia naturale, ed anco talvolta più specialmente di que' tali oggetti che più direttamente interessano la industria, come disegni o modelli di macchine ed utensili

relativi alle arti od all' agricoltura. Queste raccolte si riferiscono direttamente agli studii onde parliamo, e di esse pertanto terremo parola, occupandoci successivamente *dei musei di storia naturale* dei *musei industriali* e dei *musei di agricoltura.*

Musei di storia naturale. Questa specie di musei generali o parziali, particolarmente destinati allo studio della storia naturale o di una parte di essa, come la zoologia, la mineralogia, la botanica, giovano oltre che alla scienza anche all' arte, perciò che in essi può imparare a conoscere e distinguere i diversi oggetti che impiega e le qualità loro. Non sarà quindi fuor di luogo lo spendere qualche parola sulla origine di questi musei.

Gli antichi non avevano nè potevano avere musei di storia naturale propriamente detti; ma è noto che anticamente si raccoglievano e riunivano nei templi tutti quegli oggetti naturali o figli dell' arte che si riconoscevano singolari e curiosi o in altro modo pregevoli. Secondo quanto Plinio ci narra i dotti andavano ad esaminare quei depositi di rarità, ammucchiate però anzichè ordinatamente disposte. Siccome poi gli antichi non conoscevano l' arte di conservare gli animali nell' alcola adoperavano per tal fine mezzi assai più imperfetti, come il miele, il sale, la cera e simili. Se pure avvi qualche probabilità che in tempi remoti esistesse un museo di storia naturale è da credersi che questo si formasse da Aristotele dietro gli ordini di Alessandro. È certo che la magnificenza di questo ultimo accordò a quel grande filosofo somme vistosissime, che vennero adoperate nel raccogliere animali di ogni specie, procuratisi da tutte le parti del mondo allora conosciuto, ed è facile vedere che non si sarebbe fatta sì copiosa raccolta se non si avesse potuto disporre di un grandioso locale pel collocamento e per la conservaziona di essa. Svetonio dice che Augusto possedeva nel suo palazzo un museo od una raccolta di rarità; ma non si trova negli antichi classici che nessun privato possedesse un simile museo, massime di oggetti naturali. Soltanto sembra potersi dedurre da alcune orazioni di Cicerone che Verre avesse formato nella sua casa un museo od una raccolta di oggetti preziosi e particolarmente di antichità.

Fino dal secolo XVII celebri erano già in Italia i musei Aldovrando, e quello Calceolario in Bologna, il museo Moscardo di Verona a le collezioni, pregevolissime e singolari affatto in quei tempi, di Ferrante Imperato, di Michele Mercati e di altri dotti. Oggidì il museo di storia naturale al giardino delle piante di Parigi è uno dei più ricchi d' Europa pel numero prodigioso dagli animali, dei vegetali e dei minerali che contiene, e che si va sempre aumentando con nuove aggiunte, mercè anche i viaggi di scoperte.

Uno dei maggiori meriti di queste collezioni consiste nell' essere disposta con ordine metodico e nel modo più favorevole per facilitare lo studio della storia naturale. Abbenchè però questi musei possano giovare alle arti indirettamente, sono piuttosto volti a pro della scienza ed il manifattore che li visita trova gli oggetti che più gli premono misti ad una quantità di altri, notevoli soltanto o per la singolarità loro o per le utili cognizioni che procurano ai naturalisti, ed è quindi assai lodevole idea quella d' istituire speciali raccolte di quegli oggetti soltanto che interessano direttamente alla industria. Uno dei più begli esempi di collezioni fatte con questo intendimento, si ha in Vienna, dove l' imperatore attualmente regnante, fino dal 1818, essendo ancora principe ereditario, volle unire in privata raccolta i prodotti naturali e industriali di

tutto l' impero austriaco. Ad esempio di quello, e col medesimo scopo, sorsero i musei Giovanneo a Gratz, il Ferdinandeo nel Tirolo, quelli nazionali di Ungheria e di Boemia, i patriottici di Lubiana e di Linz, ed altri simili. Non crediamo potere far meglio conoscere i vantaggi di questi speciali musei ed il modo come si abbiano a fondare e a condurre che riferendo quanto scriveva in proposito l' amico nostro dottore Gio. Domenico Nardo, proponendo appunto la formazione di una Raccolta centrale dei prodotti naturali ed industriali delle provincie Venete, la quale sciaguratamente non venne ancora mandata ad effetto, nè pare vicina ad esserlo per ora.

Notando egli essere al certo uno dei più importanti elementi che costituiscono le basi del ben essere industriale e commerciale d' uno stato, l' esatta conoscenza geognostica e topografica di esso e dei suoi naturali prodotti, vedeva in questa l' unica fonte capace d' istruire gli uomini sulla natura del patrio suolo, e sull' importanza di tale studio relativamente all' arte dell' ingegnere minatore, perforatore, costruttore di strade, di fabbriche, di canali, all' architettura, alla scultura, alla strategia militare, al commercio, all' archeologia, alla storia e simili; non che alle relazioni dirette fra le qualità del suolo medesimo e dei vegetali che lo coprono, e degli animali che lo abitano, per trarne utili indicazioni per l' agricoltura, per l' arte forestale, per la statistica, per la medicina, per l' economia manufattrice, domestica e politica. Vedeva inoltre nell' esatta conoscenza dei prodotti d' un suolo, l' unico mezzo che guidar potesse alla distruzione di quelli che sono inutili o nocivi, ed all' aumento degli utili, all' applicazione di questi all' economia domestica ed agraria, all' arte del guarire, all' industria ed al commercio, nella maniera più profittevole.

Rifletteva tuttavia che, per quanto importanti sembrassero tali cognizioni, quasi impossibile ne pareva l' acquisto da coloro che più ne abbisognano, per le difficili indagini necessarie, pei dispendii sommi occorrenti nell' istituirle, per le occasioni che ad ottenere lo scopo non sempre sono egualmente propizie; commendevoli quindi per ogni titolo risguardava il Nardo quelle filantropiche istituzioni che avevano per oggetto di raccogliere insieme in un solo stabilimento le produzioni tutte del patrio suolo, figlie della natura o dell' arte, e che a seconda delle accennate mire tendessero a farle conoscere e ad illustrarle.

Stabilimenti di tal sorta dovendo principalmente riuscire fonte sicura d' innumerevoli vantaggi a quei paesi che per la loro topografica posizione e per ragioni commerciali abbondano maggiormente di produzioni di tutti tre i regni della natura, gli sembrava dovessero in particolar modo giovare a Venezia, capitale di otto fertilissime provincie e sede di molti e svariati commerci per la sua posizione sul mare.

Intendeva pertanto il Nardo che il museo da formarsi fra noi avesse a consistere in una raccolta centrale di tutti i prodotti naturali ed industriali delle provincie venete, e di quelli ancora fra gli stranieri che non potessero essere sostituiti dai nostrani, o valessero con maggior utilità a surrogare taluno di questi, se ne riuscisse la introduzione; di quelle specie esotiche finalmente che per le loro analogie con le indigene rendessero necessaria la loro conoscenza a maggiore illustrazione di queste. La tabella statistica che qui annessa riportiamo indica a colpo d' occhio quali oggetti stimasse che si avessero a scegliere per l' anzidetta raccolta e con qual ordine intendesse che giovasse disporla.

PRODOTTI DEI TRE REGNI DELLA NATURA

Divisione	Classe	Uso			
DIVISIONE I. Originarii delle provincie venete.	I. Utili per meglio conoscerli coltivarli ed usarli.	Nell' economia dom. ed agr.	Animali d' ogni classe, che servono di cibo, od a minorare le fatiche dell' uomo.	Specie fruttifere, cereali, leguminose, erbaggi, foraggi, droghe, ecc.	Acque, sali, arie differenti.
		Nelle arti	Animali le cui parti come pelli, ossa, denti, ecc. sono di uso.	Alberi da costruzioni, e legnami di ogni sorta; erbe tintorie ed odorifere, ecc.	Marmi, metalli, sali, terre.
		Nella medicina	Animali medicinali, e loro parti.	Piante medicinali, e loro parti.	Minerali ed acque medicinali.
	II. Nocivi per meglio conoscerli, allontanarli, trarne qualche profitto, e moderarne la mala influenza.	Sugli animali	Animali venefici, ed incomodi ad ogni classe.	Erbe velenose, funghi, ecc.	Acque, sali ed altri veleni minerali.
		Sui vegetali	Quadrupedi, ed uccelli distruggitori delle messi, insetti nocivi agli alberi, lumache, ecc.	Specie parasite, ed erbe che infestano i campi, e danneggiano i raccolti.	Acque, terre, ed altro.
		Sui prodotti dell' arte	Animali roditori, tarli, ecc. ecc.	Varie sorta di muschi e muffa, ecc.	Gas acidi, alcalini, ecc., terre inette alla fabbricazione di stoviglie e nocive alle costruzioni pubbliche.
	III. Di nessun uso al presente, ma che potrebbero utilizzarsi.	Nell' economia	Molti animali d' ogni classe buoni a mangiarsi e specialmente marini.	Immenso numero di vegetali che sarebbero comestibili.	. . . .
		Nelle arti	Animali, i cui prodotti potrebbero servire, come gusci marini, spongiali, ecc.	Molte alghe, muschi, erbe, corteccie, ecc.	Pietre, marmi, terre, sali, e simili.
		Nella medicina	Varie specie d' animali di ogni classe, e loro prodotti.	Erbe, alghe, muschi ed altre specie, e loro parti, come sarmenti, corteccie.	Acque minerali, fanghi.
	IV. Apparentemente di nessun uso diretto nello stato attuale di cognizioni, ma di curiosità a comune piacere, e di giovamento alle scienze.	Fisiche . . . . Naturali	Animali e vegetali che presentano particolari fenomeni fisici, e che servono per la loro struttura all' anatomia e fisiologia comparate, ad a rischiarare importanti punti di fisica organica.		Fossili e petrefatti di varia sorta, cristallizzazioni.
DIVISIONE II. Non originarii delle provincie venete.	I. Ormai introdotti, e climatizzati in esse per l'utilità loro.	Nell' economia	Animali domestici commestibili, come polli ed altri di utile e diletto.	Alberi fruttiferi, cereali, legumi, erbaggi, ecc.	. . . .
		Nelle arti	Animali lanigeri, bachi da seta, ecc.	Gelsi e mille altre piante, d' utile e di diletto.	
		Nella medicina	Di ciò non vi ha esempio.	Ricino, ed altre piante medicinali climatizzate.	
	II. Che potrebbero introdursi in esse e climatizzarsi, sostituendoli ad altri.	Nell' economia . . . Nelle arti . . . Nella medicina . . .	Tutti quegli esseri utili sì animali che vegetali che vivono in regioni geograficamente e topograficamente simili alle nostre, ed il cui passaggio da quelle a queste non minorerebbe la loro utilità.		. . . .
	III. D' impossibile naturalizzazione, ma di necessaria pratica conoscenza per essere utilissimi.	Nell' economia	Pesci secchi e salati provenienti da estere nazioni, ecc.	Caffè ed altre piante che danno droghe, aromatifere, ecc.	Sal gemma.
		Nelle arti	Specie perlifere, coralli, cocciniglia, uccelli ricercati per le loro piume, ecc.	Specie che somministrano legni da lavoro, e tintorii, ecc.	Metalli, marmi stranieri, ed altro.
		Nella Medicina	Ambra grigia, spermaceti, castoreo, ecc.	Specie febbrifughe, gommifere, balsamifere, ecc.	Metalli, terre, e simili.

Perchè poi risultasse utile veramente un tale stabilimento alla patria economia voleva il Nardo che ogni oggetto in esso raccolto dovesse essere illustrato con le annotazioni seguenti:

Classe, ordine, nome generico e specifico, suo nome volgare nelle singole provincie.

Caratteri fisici e relazioni con altre specie affini con cui potrebbe confondersi, sue varietà, ecc.

Sua naturale dimora e sua posizione geografica, se spontaneo o coltivato, se stabile o di passaggio, se d' origine nostrale od esotico, ecc.

Luogo ove meglio riesce e più abbondantemente si trova, sue differenze di derivazione ed influenza degli elementi topografici o di altre circostanze sull' essere suo. Alterazioni fisiologiche e patologiche cui può andare soggetto, dannose o favorevoli agli usi cui è destinato, e modi d' impedirle o secondarle.

Qualità e forza di propagazione secondo il luogo in cui trovasi, e quantità del prodotto che somministra, non solo in relazione a ciò, ma ben anche all' uso e consumo che se ne fa; considerazioni comparative sui vantaggi che risentono le rispettive provincie dalla sua coltivazione, ecc.

Se utile o nocivo: nel primo caso sue attuali e possibili tecniche ed economiche applicazioni; storia della sua introduzione, uso tecnico ed economico, ecc.; nel secondo, modi finora meglio riusciti per allontanarlo e distruggerlo.

Se possa sostituirsi con vantaggio da altre specie di facile ed utile introduzione; sue utilità secondarie ed indirette.

Finalmente a ciascun oggetto voleva si apponesse in via cronologica, per giusta gratitudine ed emulazione, anche il nome di quei benemeriti che concorso avessero ad illustrarlo, od a renderlo utile alla loro patria.

I prodotti del regno inorganico, come metalli, marmi, terre, acque, fossili e simili, proponeva che dovessero essere, sempre secondo la specie loro, considerati comparativamente sotto ogni punto di vista geografico, geognostico, topografico, idrografico ed in relazione alle quantità e qualità fisico-chimiche rispettive, non che all' importanza ed ai vantaggi diretti od indiretti che possono ritrarne l' agricoltura, la metallurgia, la tecnologia, le arti belle, ed ogni altro ramo di scibile umano.

Per rendere più interessante e più istruttiva la collezione, trovava cosa necessaria che vi si vedesse ogni specie e suoi naturali prodotti ne' varii stadii di sviluppo comparativo all' età, alle plaghe, alla derivazione, non che in istato d' ibridismo o di morbosa alterazione per locali circostanze od estranei eventi; dovrebbesi unire finalmente un saggio di quanto può ottenersi da ciascuna specie mediante l' umana industria ne' varii rami di essa, ossia considerarla applicata alla tecnologia: si dovrebbero scegliere però tali saggi soltanto fra i più essenziali e semplici prodotti dell' arte tanto chimica che meccanica; trattandosi, per esempio, della raccolta dei legnami, dovrebbero questi, oltre che rozzi nelle varie loro parti, vedersi anche politi, colorati ed a lustro, per mostrare di qual grado di perfezionamento possano essere suscettibili per l' applicazione ai differenti usi in alcune arti di lusso; così pure dovrebbero vedersi ridotti allo stato di carbone: per ciò che riguarda i metalli, converrebbe vederli allo stato cui rinvengonsi depurati, politi, in lega, trafilati, battuti, non che in altri stati di chimica combinazione; quanto ai vegetali, utili, per esempio, alla formazione di vesti, come canapi, lini, cotoni e simili, oltre

che il seme e la pianta ne' suoi varii stati, dovrebbersi averne i prodotti tecnici coi saggi storici delle applicazioni fattesene o tentatesi; lo stesso dicasi delle piante tintorie, del baco da seta, degli animali laniferi e simili.

Per que' prodotti che sono stranieri alle provincie, ma che riescono di necessaria precisa conoscenza per essere utilissimi nell' economia, nelle arti, nella medicina, oltre che tenerli distinti nel modo accennato pei nostrali, voleva che pure vi fossero i saggi di tutte le alterazioni e falsificazioni cui pel tempo o per malizia possono andare soggetti, e ciò per servire col mezzo del confronto a sicuri giudizii ed al più cauto commercio.

Essendo poi duplice lo scopo del proposto museo, scientifico, cioè, ed economico, ne veniva che sotto doppio aspetto dovevano essere considerati gli oggetti in esso contenuti, e doppia pure risultava la loro classificazione, scientifica, cioè ed economica. Siccome poi molto interessato avrebbe alle singole provincie sapere quali oggetti sono propri esclusivamente delle uve, quali sono a tutte comuni ecc., perciò proponevasi anche una terza classificazione, che potrebbesi nominare *statistica*.

La classificazione economica e statistica di tutti i prodotti doveasi poggiare sull' esatta cognizione geografica, geognostica e topografica delle provincie venete.

In questo museo il falegname, il tornitore, l' ebanista ed altri, trovato avrebbero quanto poteva avere relazione con l' arte loro, ed imparare quali sieno le vere condizioni per la perfezione e buona riuscita di un lavoro di legnami, quale vantaggio possa trarsi per varii usi dai legnami nostrali in confronto degli esteri, quali sieno preferibili per la combustione e simili. Il tintore ed il pittore veduto avrebbero come sia grande il numero di piante nostrali tintorie, quanti i colori che possono cavarsi dai nostri fossili, e come molti di tali oggetti con vantaggi sommi fossero agli esotici sostituibili. Trovato avrebbe l' enologo e coltivatore di viti la raccolta intera delle specie che allignano, o che allignare potrebbero fra noi, e la ragion sufficiente di tutte quelle immense varietà, delle quali quanto sia importante la cognizione precisa, mostrò chiaramente Acerbi nel suo saggio sulla classificazione geoponica delle viti. La raccolta compiuta dei funghi dei boschi mostrato avrebbe quali sieno velenosi, quali sospetti, quali buoni a mangiarsi; cognizioni della cui alta importanza si ha pur troppo sovente a restare per mala ventura convinti.

Una raccolta di frutta d' ogni sorta, di foraggi, di cereali, di legumi, di sementi, illustrata sopra ogni punto, riuscita sarebbe per l' agronomo un repertorio acconcio a risvegliare la mente ad industrie economiche che non sempre può avere presenti. L' agricoltore, il botanico, il giardiniere sarebbero così, non solo in grado di conoscere tutte le specie nostrali e la loro applicazione, ma di fare confronti fra le sementi ritirate dall' estero e le piante utili di cui vagheggiano la coltura, e che bene starebbero introdotte fra noi, verificandone il nome, la provenienza e gli usi; vedrebbero pure i prodotti de' saggi d' applicazione tentati, la raccolta finalmente delle terre proprie dei varii punti delle provincie, coi requisiti che le rendono meglio adattate per natura o per artifizio, piuttosto all' una che all' altra specie, cognizioni molto importanti anche per l' economista, perchè applicabili alle di lui teorie, anzi unica base delle medesime sulla stima dei fondi. Lo scultore, l' architetto, il litografo non solo si sarebbero eruditi sui marmi stranieri di uso

antico e moderno, ma avrebbero potuto meglio informarsi sulle cave nostrali, farne confronti, e determinarne l'importanza ed il grado di preferenza pei loro lavori. Il fabbricatore di stoviglie, di porcellane, d'embrici, di vetrerie e simili, non che il macchinista a vapore, veduto avrebbero fino a qual punto estendere si possano le loro speranze, per trarre vantaggio dai varii materiali occorrenti nell'arte loro, come argille, selci, calce, gesso e fossili combustibili.

Una compiuta raccolta dei migliori tipi di droghe nostrali e straniere, con le alterazioni e falsificazioni loro di confronto, servita sarebbe al commerciante di guida sicura per le opportune comparazioni, e per valutare la merce che acquista, e non cadere in inganno. Il medico ed il farmacista approfittando anch'essi della compiuta raccolta di materia medica nostrale ed esotica, avrebbero avuto motivo di spesso convincersi che non fu così inavveduta, nè così improvvida la natura da destinare per mali indigeni rimedii stranieri, e che solo effetto d'una delle tante umane aberrazioni fu il credere che tanto più valore abbia un farmaco quanto più è peregrino.

Per tacere finalmente tanti altri analoghi esempi, terminava il Nardo facendo osservare che l'economista, il politico, lo statistico, il finanziere e lo speculatore potevano ricevere per quel mezzo soltanto esatta istruzione, a così dire, sul valore comparativo di una provincia.

Musei industriali. Varie sono le specie di raccolte, alle quali può convenire questo nome, applicabile anche a quelle di prodotti naturali fatte con particolari mire all'utile delle arti, come quello proposto dal Nardo onde si è dianzi parlato. Più generalmente però si indicano con questo nome le raccolte di macchine o di modelli relativi alle arti. Sotto questo aspetto considerati, in quattro classi pare a noi potersi dividere così fatti musei.

Comprendiamo nella prima quelli nei quali si veggono gli elementi tutti dalle varie macchine o modelli di quelle più generalmente adoperate, e questi convengono solo nel caso in cui vi sia unito un sistema d'istruzione, il quale dimostri ai visitatori gli effetti di questi elementi e le leggi dalle quali dipendono. Piuttosto che musei industriali sono veramente gabinetti per le *tecniche* SCUOLE (V. questa parola.)

Nella seconda classe sono da comprendersi quei musei, che potrebbero dirsi *storici*, nei quali, cioè, mostransi con modelli i varii passi delle arti dalla loro rozzezza più antica fino allo stato attuale. Questi possono riuscire giovevoli, non solamente per la erudizione degli artefici, ma altresì perchè può talvolta avvenire che un metodo anticamente seguito ed abbandonato per qualche sua imperfezione possa dagli accresciuti mezzi dell'industria essere migliorato a segno da vantaggiosamente introdursi nelle arti di nuovo. A vero dire anche i musei della terza classe, di cui parleremo in appresso, dopo un certo numero di anni divengono storici in gran parte; ma vi è questa differenza, che quelli non potranno mai dare se non la storia dal momento in cui si fundarono, mentre i musei storici propriamente detti devono invece risalire quanto più in su sia possibile verso la origine delle arti. Questi musei, duopo è tuttavia confessarlo, sono piuttosto che altro, ci si permetta la frase, un lusso di que' paesi dove l'industria è fiorente attesochè il molto spendio che costa l'istituirli non ha compenso bastante dalla maggiore facilità che presenta lo studiare la storia delle arti sui modelli anzichè sulle stampe e sui libri.

La terza classe di musei industriali è quella che si propone lo scopo di raccogliere esempii di tutti quegli utensili

sili o macchine che più recentemente vennero imaginati o adottati, o che impiegansi solo in estranei paesi, essendo poco o nulla conosciuti in quello dove si stabilisce il museo.

Ponendo sotto occhio ai manifattori ed artefici esempi di questi utensili o di queste macchine, od anche semplicemente modelli di esse, e indicandone brevemente gli effetti ed i vantaggi, viensi ad eccitare il loro interesse ad ammetterne l' uso. A fine di rendere vieppiù utili questi musei, vorremmo che in essi, quanto è possibile, gli utensili o le macchine si preferissero ai loro modelli, cedendoli anche al più mite prezzo possibile ad un qualche manifattore, con l' obbligo di permetterne la ispezione ad altri che lo desiderasse in appresso. Da questa misura rileverebbero, a nostro credere, due importanti vantaggi: il primo che l' adottamento pratico di queste macchine varrebbe meglio di qualsiasi elogio o raccomandazione a mostrarne la utilità e diffonderne l'uso, il secondo, che non rimarrebbero nel museo oggetti non più nuovi perchè già conosciuti e adottati nelle officine, i quali perciò sarebbero in esso senza utilità e senza scopo. In tal guisa stabilito crediamo che validissimo sarebbe l' offizio di questi musei per far progredire l' industria e per mantenere un paese a livello degli altri.

I musei del Conservatorio di Parigi e dell' Instituto politecnico di Vienna, onde si è parlato in articoli a parte sono appunto un misto del museo storico, e del museo progressivo.

Finalmente la quarta specie di museo industriale, quella si è in cui i manifattori espongono permanentemente il fiore dei loro prodotti, invitando con ciò gli acquirenti. È una specie di mostra generale, simile a quella che suol fare ciascun commerciante nei proprii fondachi, col vantaggio di presentare sott' occhio riuniti i confronti delle varie fabbriche, agevolando così da un lato ai compratori la scelta degli oggetti che loro sono necessarii, e dall' altro eccitando gli artefici a migliorare i loro lavori per meritarsi la preferenza.

Musei agrarii. Sono questi relativamente all' agricoltura in ispecialità quello che sono i musei industriali relativamente a tutte le arti, conservandovisi gli strumenti ed i prodotti più notabili. Per citarne un esempio, daremo alcune notizie intorno a quello stabilitosi nel 1831 in Iscozia da Drummond, fabbricatore di strumenti aratorii. Ogni cosa in quello stabilimento è diretta a dare una qualche istruzione, incominciando dalla fabbrica stessa in cui sono riunite le collezioni, la quale è costruita con eleganza ed economia, secondo un nuovo sistema imaginato da Smith che sembra poco dispendioso ed applicabile con molto vantaggio alle costruzioni campestri di grandi dimensioni. La scala principale è ornata da varii prodotti delle Indie che ne danno un aspetto asiatico, ammirandosi fra le altre piante un bambù di 12 metri di lunghezza che crebbe nel giardino botanico di Edimburgo. La raccolta di strumenti aratorii è una delle più compiute trovandovisi riuniti tutti i migliori aratri per solcare e rivoltare la terra, non che seminatori, taglia-radici, tritapaglia, e due pigiatoi per le uve, inventati uno da Smith l' altro dallo stesso Drummond.

In altra stanza vi hanno scheletri di cavallo e di altri animali atti ai bisogni della economia rurale, che formano una collezione anatomica utilissima per dare esatte nozioni agli agricoltori.

Si ascende poi per una scala costruita secondo il sistema dello Smith, in guisa che si sostiene di per sè stessa indipendente mente dal resto della fabbrica, nella sala del piano superiore che è occupata da una collezione di modelli di architettura

rurale, da una collezione di modelli di macchine utili all'agricoltura, e da un'altra di oggetti di storia naturale adattati all'insegnamento agrario.

Nella sezione mineralogica sono classificate tutte le rocce della Scozia, come anche tutte le formazioni dei terreni, secondo le loro relazioni con le diverse nature del suolo coltivabile. Un quadro formato da Drummond indica la facoltà prodottiva di ciascun suolo senza altro mezzo di fertilità che l'acqua di pioggia, e ne risulta che la più vigorosa vegetazione si manifesta sul sotto-suolo di granito, fatto notevole e che merita l'attenzione degli agronomi.

Nella parte botanica, in mezzo ad un numeroso assortimento di grani e vegetali disseccati, osservasi dell' orzo d' Italia, ed il frumento perlato, introdottosi recentemente in Iscozia; veggonsi mostre di avena di Nopetoun di 2^{m},30 di altezza, con ispiche ben fornite, ed un nuovo foraggio, cioè il meliloto bianco o trifoglio di Bokhara *(melilotus leucantha)*, i cui steli giungono a tre metri di lunghezza. Su ciascuna mostra è indicato i prodotti che danno queste piante sul suolo Scozzese, fra i quali sembrano vantaggiosissimi quelli della codolina *(Phleum pratense maior)* e quelli della loglierella o ray-grass, quest' ultima specialmente avendo la proprietà di dare un foraggio fresco per tutto l' anno. Il resto del luogo è occupato da modelli di varie sorta di sistemi d' inaffiamento e d'irrigazione convenienti all'agricoltura e da un compiuto assortimento di tutti gli utensili necessarii ad una perfetta cascina.

Dietro questo esempio si costituì una società con parecchie migliaia di lire sterline per la fondazione di un museo agrario ad Edimburgo, e altri simili ne vanno sorgendo in diverse parti dell'Inghilterra.

(Gio. Domenico Nardo — G**M. — *Mémorial Encyclopédique.*)

MUSERUOLA. V. Musoliera.

MUSICA *(Stampa della)*. Indicato essendosi abbastanza nel Dizionario con quali segni si scriva la musica sulla carta, come abbia questa per tal fine a rigarsi e quale sia il valore delle note e delle battute, e parlato essendovisi altresì degli apparati conosciuti coi nomi di Metronomo e Volti-presto, rimandando a quell' articolo ed agli altri due cui queste ultime parole si riferiscono, crediamo averci qui a limitare a far parola di quanto riguarda la stampa della musica, ciò che forma oggidì la base di un' industria di qualche importanza. Siccome però all'articolo Intagliatore *di musica* (T. XV di questo Supplemento, pag. 223), si è anche parlato del modo di stampare questa sopra lastre di stagno o di rame, così parleremo soltanto in questo articolo della stampa a caratteri mobili.

La prima musica che venne stampata, fino dal 1520, lo fu col mezzo di caratteri mobili, come si disse all'articolo Intagliatore sopraccitato, ed ivi pure narrossi come si intagliasse poi la musica in rame ad acqua forte facendosi una prima edizione in tal modo nel 1675, ma come non riuscisse questo metodo soddisfacente. Tornossi in fatto a ricorrere ai caratteri mobili, e con questi, per esempio, si stamparono in Venezia tutti i salmi del Marcello da Domenico Lovisa, e continuossi a stampare in tal guisa particolarmente in Lipsia da Breitkopf ed Härtel fino a circa tutto il 1810, al qual tempo in generale il sistema della stampa con caratteri mobili cadde in grande sfavore, sembrato essendo che quella sulle lastre di stagno riuscisse molto più nitida ed altresì più economica. Si ricorse altresì alla litografia, ma questa pure presentò minori vantaggi dell'intaglio sullo stagno.

Malgrado tuttavia la superiorità acquistata da questo metodo, non abbandonossi

del tutto la stampa a caratteri mobili, ed anco nel 1828 Duverger applicò a tal fine un nuovo metodo, da lui chiamato *stereomelotipia*, che diede buonissimi risultamenti. Nel 1836 Delloyes di Parigi inviò dovunque modelli di caratteri mobili per la stampa della musica, ma non trovò poi di suo interesse l'uso di quelli, ed anco nel 1846 la stampa della musica con caratteri mobili venne proposta fra noi da Gaetano Longo, indicando i prezzi da lui fissati per essa, al che rispose l'Artaria, esibendo di stampare col solito metodo la musica ad un 25 per o/o meno di quei prezzi.

Non crediamo ciò nullameno dover omettere in questa opera alcuni cenni sui vantaggi e sulle difficoltà che presenta l'arte di stampare la musica con metodi tipografici, e sulle particolarità di alcuno dei sistemi imaginati a tal fine, insistendo particolarmente su quello di Duverger che sembra il più ingegnoso di tutti e che dà effetti di molta nitidezza e bellezza.

Le ragioni che inducono a desiderare che la musica a caratteri mobili prevalga su quella stampata con punzoni sullo stagno sono le seguenti:

1.° Che la musica ottenuta coi metodi tipografici dovrebbe riuscire superiore per bellezza e regolarità quanto alla uguale distanza e pendenza dei segni fusi o caratteri, in confronto alle variazioni che devono continuamente succedersi nel collocare i punzoni su lamine di stagno.

2.° Che il metodo ordinario è inapplicabile affatto allorchè vogliousi unire alcuni esempi ai libri che trattano della musica, e che sarebbe un reale vantaggio quello di potere stampare con caratteri tipografici le parole del canto, sempre irregolari quando se ne ottiene l'intaglio battendo ciascuna lettera con punzoni separati.

3.° Che il prezzo della stampa delle lamine intagliate di stagno è molto alto attesa la sua difficoltà e tutte le cure che esige. Costa circa 1 fr.,50 al cento, cioè 15 franchi al migliaio, mentre invece la stampa con la tipografia, massime coi torchi meccanici, non costa più di 3 franchi al migliaio. Questa superiorità assicura la preferenza ai metodi tipografici nel caso in cui occorra un numero grande di copie.

La grande difficoltà della stampa della musica coi metodi tipografici sta nella necessità di ottenere le righe tali che appariscano continue. I metodi coi quali si cercò di togliere questa difficoltà possono dividersi in due classi, comprendendosi nella prima que' metodi i quali non esigono che una sola operazione, avendosi scolpite insieme le note e le righe, e nella seconda quei metodi che ammettono due operazioni, una per le note ed un'altra per le righe.

Il metodo più semplice, e che risulta dalla natura stessa della tipografia, consiste nel comporre la musica a quel modo che fecesi per molto tempo pel canto fermo senza l'uso di note doppie. Ciascuna nota è allora scolpita con le righe che corrispondono all' intervallo da essa occupato nella composizione e dalla unione di esse risultano le righe formate di tanti pezzi successivi. I molti segni però che sarebbero necessarii per comporre la musica renderebbero incomodo questo metodo, il quale riesce inoltre difettoso per lo spiacevole effetto delle interruzioni che presentansi sempre alla unione della varie note; cosicchè venne abbandonato anche per la composizione del canto fermo, sostituendovi quello di cui ora diremo.

Questo metodo, che ebbe per alcun tempo una qualche voga, venne adoperato nel 1754 da Breitkopf in Lipsia, poscia a Parigi nel 1762 da Fournier, e verso il 1811 da Godefroy. Per diminuire il

numero delle giunture si fondeva la musica su cinque altezze tutte uguali ad una, due, tre, quattro, cinque volte l'altezza più piccola che era uguale ad uno spaziu fra due righe. Ciascun segno era intagliato soltanto con le righe che incontrava e fuso sull' altezza corrispondente a questo numero di righe, sicchè occorreva, come si vede, un'aggiunta di pezzi separati di riga per terminare la composizione di ciascun segno. In tal guisa veniva a diminuirsi il numero delle unioni, perchè ogni qualvolta dovevansi aggiugnere questi pezzi di linea sopra vari segni consecutivi, si potevano adoperare pezzi di una lunghezza corrispondente a varie note. Un altro vantaggio di questo sistema era quello di potar fare molti segni composti, riunendo, per esempio, insieme varie note mediante una riga trasversale che mettevasi in opera, come si è detto delle altre righe. Questo metodo esigeva non meno cha 150 segni diversi, e tuttavia non poteva servire che per una musica semplice, ed in molti casi sarebbe stato insufficiante per quella che occorre spesso stampare oggidì. Inoltre, malgrado che diminuite di numero, le unioni erano ancora troppe perchè questa musica potesse gareggiare con quella intagliata. Qualunque fosse invero la perfezione dell' intaglio e della fusione dei caratteri non che della composizione, per quanto potesse riuscire anche perfettamente la prima prova ottenuta con questi caratteri, era impossibila che non apparissero le frequenti interruzioni delle righe, massime dopo che i caratteri si erano alquanto logorati, ciò che non solamente produceva una brutta apparenza, ma rendeva inoltre dificile la lettura stessa della musica; inoltre la composizione era complicatissima e più lunga assai dell' intaglio. I caratteri di Godefroy erano molto superiori agli altri; ma siccome sussisteva sempre il difetto capitale, così quella stamperia non potè prosperare e rimasa inoperoso tutto il materiale per essa approntatosi.

Consistendo la grande difficoltà nel sostituire una sola operazione alle due successive della rigatura e della scrittura della musica, si cercò pure e con miglior esito di ottenere la musica stampata con due operazioni.

A tal fine, verso il 1766, un fonditore di Parigi riprodusse l'antico metodo primitivo d' intagliare i punzoni di note che non portassero le linee trasversali componendo con questi caratteri una pagina da stamparsi così, e sottoponendo al torchio nuovamente lo stesso foglio di carta per istamparvi le linee tanto difficili ad ottenersi continue e regolari con l' altro metodo. Non altro si faceva in tal guisa però se non che riparare ad un difetto sostituendone un altro; imperocchè questa seconda stampa, non solamente accresceva le spese, ma era difficilissima ad eseguirsi a motivo delle linee che dovavano cadere con minuziosa esattezza precisamente a mezzo della grossazza di ogni nota, oppure al di sopra o al di sotto di esse, formando una tangente con la loro parte rotonda.

La difficoltà stava adunque nel trovar modo di stampare la musica senza che vi si scorgesse alcuna interruzione o taglio sulle linee, e con un solo colpo del torchio. Ecco in qual modo Duverger giunse alla soluzione di questo problema. Egli intaglia i caratteri senza righe trasversali, vengono coniati e fusi del pari, a componendo con essi in tal guisa, ottiensi una pagina senza linee trasversali; improntasi allora coi metodi stereotipi questa pagina così composta facendosene una madre di gesso, sulla quale segnansi le cinque linee trasversali mediante una pialla o pettine a cinque punte che scorre sopra un carretto: fundesi quindi la lega da caratteri su questa madre e si stampa con la piastra

solida che ne risulta. È da notarsi che in tal caso l' editore di musica possede, come attualmente, una piastra solida, donde può trarre copie mano a mano che ne abbisogna, senza ingombrarsi di molte cupie stampate, come è necessario pei caratteri mobili, coi quali è duopo disfara ad ogni tratto la composizione.

Un vantaggio della stampa con caratteri in rilievo e col torchio tipografico in confronto a quella con intagli in cavo e col turchio per istampare i remi si è quello di potersi nel primo caso edoperare qualsiasi specie di carte, mentre invece nel secondo esigesi quasi esclusivamente l' uso di una carta grussa, più costosa e tuttavia senza colla, che manca di consistenza. È questo un grande difetto per le carte da musica che si girano con tanta prontezze, ed esigono talvolta studii così lunghi da abbisognara più degli eltri libri di une carta forte e solida.

Con questo metodo vengonsi e riunire i vantaggi dell' intaglio in cavo, cioè la continuità della linee e della stampa, con quelli dei caratteri mobili, che sono le regolarità delle forme, delle figure e delle distanze che la mano incerta dell' intagliatore non può mentenere con esattezza, e che risultano necessariamente dalle figura regolare dei parallelopipedi onde sono formati i caratteri, la facilità delle correzioni, e finelmente la prontezza e la economia della stempa.

Entrando ora nei particolari di tutte le operazioni successive, faremo conoscere le avvertenze ed i miglioramenti introdottisi nella moltiplicazione della musica col torchio da stempa secondo questo metodo.

1.° *Intaglio* e *conio*. Interessa nell' intaglio di dare alla nota la furma più elegante possibile, facendola ovale invece che rotonda e stabilendole sopra un quadrato perfetto, faccendo la coda tre volte più lunga della nota. Questi vantaggi non si possono ottenere che imperfettamente con l' intaglio, a motivo della irregolarità dei colpi di bulino o di unghiella; per aumentare la economie ed avere una maggiore uguaglianza in tutte le note spogliasi un punzone successivamente di una parte dei suoi accessorii, servendo così a coniare varie madri e a dare parecchii tipi avendosi cinque madri con un solo pezzo di acciaio.

2.° *Fusione*. Ogni nota è fusa sopra una grossezza regolare in guise che sostituendosi una nota ad un' altra per fare une correzione non si produce elcun cangiamento nella linea, vantaggio che non si ha con l' intaglio, potendovisi appena fare le più leggere correzioni col ribattere la piastra nel luogo dove è il difetto, e che non si ha se non se imperfettamente neppure con la composizione mercè i caratteri mobili, atteso che la sostituzione di una *s* ad una *n* obbliga a cangiare la disposizione di tutta la linee. In tal guisa ottiensi inoltre le più perfetta perpendicolarita di una nota supre l' altra in due righe successive, ed anche in tutte quelle di uno spartito. Essendosi fusi gli spazii da porsi fra le note di grossezze relative direttamente a quelle delle note stesse, ne risulta una perfetta uguaglianza e regolarità negli intervalli e nella grandezza delle battute.

3.° *Composizione*. Si esegnisce questa in un compositoio sui lati del quale vi hanno piccole linee per indicare l' altezza di ogni linea trasversale e farne le veci pel collocamento esatto delle note ai loro posti. Secondo la facilità o gli accidenti della composizione, impiegansi note le quali non abbieno se non se l' altezza luro propria od altre fuse in vari pezzi riuniti, avendosi avuto cura nell' intaglio e nella fusione che queste interruzioni delle linee perpendicolari cadano nei luoghi precisi

dove saranno effettivamente tagliate delle linee orizzontali e dove la pialla o pettine nel suo passaggio copre il tratto difettoso, se ve ne avesse qualcuno.

Un altro vantaggio notevole che risulta da questa maniera di operare si è quello di potere con un solo passaggio di questa pialla eseguire una operazione che sembrerebbe riservata alla scienza del compositore, vale a dire la trasposizione da un tuono in un altro. In vero portando la pialla o pettine più alta o più bassa, spostando insomma la riga relativamente alle note, secondo che il tuono lo esige, mutando solo le chiavi e gli accidenti, lo che si può fare con facilità e prontezza a motivo della perfetta uguaglianza dei solidi adoperati nella composizione, tutto il resto essendo assolutamente simile in un tuono, come in un altro, si otterrà il pezzo di musica in un tuono diverso da quello in cui erasi composto dapprima. Così un operaio potrà eseguire materialmente, dietro semplici indicazioni, ciò che molti maestri di musica fanno soltanto a fatica.

Inoltre con la stessa composizione si può riprodurre un pezzo di musica con parole in diverse lingue, mutando soltanto sotto le righe nella composizione mobile le parole di una lingua per mettervi quelle d' un' altra e facendone un' altra impronta.

È facile altresì separare tutte le parti di uno spartito composto, e, modificando soltanto le distanze, riunire in una sola pagina od in varie di seguito una delle parti dello spartito. Egualmente con queste parti composte separatamente si può costruire lo spartito, il che è una proprietà evidente della mobilità dei caratteri. In tal guisa mediante una sola composizione può aversi in poco tempo e con poca spesa un pezzo di musica stampato in tutti i tuoni, con parole in tutte le lingue e con tutte le sue parti riunite o separate.

4.° *Madre, segnatura delle righe con la pialla o pettine*. Il ferro di questa pialla non può scendere e penetrare nella madre oltre a quanto è l' altezza dell'occhio della nota, mediante un fermo adattato alla sua cima superiore che viene a poggiare contro la faccia superiore della pialla. Inoltre si regola in modo che il ferro non possa scendere a tanta profondità quanto lo è l' occhio della madre, ottenendosi per tal modo una piastra in cui le linee sono alquanto meno rilevate delle note, sicchè queste ultime riescono più forti e più nere delle linee, vantaggio che non si può avere con l' intaglio, e pel quale si preferisce sovente la musica copiata a mano malgrado la sua irregolarità.

5.° *Composizione delle note appaiate a due, tre o più*. Invece che servirsi di note fuse che portassero le traverse di unione o di traverse che venissero ad unirsi alle estremità delle code delle note, si adoperano pezzetti di lastra di rame che mettonsi in coltello sotto alle cime delle note, e che improntansi con esse nel getto. Alla stessa maniera segnansi i tagli che indicano il valore delle note.

6.° *Legature*. Si sa che le note sono spesso unite fra loro con un segno che dicesi *legatura*, il quale viene a tagliare le righe sotto inclinazioni diverse per abbracciare il numero voluto di note. Questi segni, che non possono entrare nella composizione, mettonsi cogli altri sistemi fuori delle righe, lo che non sempre può farsi. Il metodo di Duverger è il solo che evifi questa difficoltà come segue. Le legature si fanno con lastre di rame molto sottili. Se ne taglia un pezzo con le cesoie della lunghezza della legatura, quindi se lo curva più o meno secondo i casi. L' altra cima saldasi sul fondo che porta le note. Nel fare allora l' impronta vengono a risultare nella madre di gesso incavate le linee curve di queste legature.

7.° *Linee delle righe*. Indicossi qui addietro formarsi queste linee mediante una pialla o pettine; ma possono farsi anche con un segnatoio che giri sopra un asse e sia posto in moto da un archetto, la innovazione del Duverger consistendo, non già nell' uso di un tale o tal' altro utensile, ma bensì nel segnare le linee delle righe in una madre di gesso che tiene già in cavo l' impronta delle note, poco importando del resto in qual modo ottengansi queste linee.

(F. Malepeyre — Ch. Laboulaye.)

MUSICOGRAFO. Congegno il cui artifizio è tale che applicato ad un pianoforte o ad un organo, fa sì che la musica suonata su quegli stromenti rimanga scritta sopra una carta od altro. (V. Pianoforte.)

(G.**M.)

MUSINO. Razza d' anguille minori che sono divorate dalle grosse. (V. Anguilla e Murena.)

(Alberti.)

MUSIVO (Oro). V. Oro *musivo*.

MUSOLIERA. Stromento che si mette al muso degli animali per varii oggetti, come diremo. Mettesi, per esempio, una musoliera o piccolo paniere di vetrice, o tessuto di filo di ferro, di strisce di cuoio, di grosso spago o simili, ai buoi perchè non si fermino a mangiare erbe od altro quando si conducono ad arare od intraversare nei campi; al maiali che s' impiegano alla ricerca dei tartufli, ai furetti che vanno alla caccia dei conigli, e talora anche ai cani che cacciano il selvaggiume, perchè non mangino la preda scoperta; ai puledri, agli asinelli, ai vitelli per isvezzarli dal poppare. Talvolta mettesi anche ai cani perchè non mordano, e in molti paesi la legge ne prescrive l' uso nelle strade la state, per evitare il pericolo dell' idrofobia. Avvisati di questo ordine i proprietarii, in certi paesi spargonsi per le vie bocconi avvelenati, sicchè i cani vaganti, o quelli comunque senza musoliera, ne mangiano e muoiono. Questa misura, utilissima per lo scopo cui mira, ha però il grave inconveniente del pericolo che ragazzi od altri mangino siffatti bocconi per ghiottoneria e inavvedutezza. Si fanno musoliere di molte forme; le più comode essendo quelle formate di un cerchio di ferro in cui entra il muso liberamente, con una grata di filo di ferro che abbraccia la bocca, e con istrisce di cuoio per assicurarle dietro alla testa. La precauzione riducesi a far sì che l' animale possa aprire la bocca quanto gli occorre per respirare liberamente senza rimanerne ferito. Alcuni dicono musoliera anche quella rete di ferro o visiera onde riparansi il viso quelli che studiano la scherma: siccome però l' uomo non ha muso, la diremmo piuttosto *maschera*.

(G.**M.)

Musoliera. Parte del Finimento dei cavalli (V. questa parola, T. XI di questo Supplemento, pag. 11) e propriamente della briglia.

(G.**M.)

MUSONE. Nell' arte delle fortificazioni è un orecchione, o sodo di grossa muraglia, che ricopre la cannoniera in modo che non sia veduta dalla campagna e non sia esposta ad essere imboccata ed accecata.

(Gagliardo.)

MUSSITE. Varietà della diopside di Hauy che ha per forma il prisma a quattro facce.

(Luigi Bossi.)

MUSSOLINA. Si è veduto nel Dizionario donde avesse l' origine questo leggero tessuto, e come dalla città ove smerciavasi derivasse il suo nome. Alcuni eruditi vorrebbero dedurre dalle declamazioni che leggonsi in Plinio ed in Giovenale contro gli abiti trasparenti dei quali

facevano uso in Roma, non solamente le donne, ma anche gli uomini, che si conoscessero a que' tempi i tessuti leggerissimi e in parte diafani che ora diconsi *mussolini*; ma non si hanno prove che gli antichi avessero tessuti di cotone, e quelli onde parlano i succitati scrittori potevano essere lini finissimi od anche una specie di veli. In Italia già da più di due secoli fabbricavansi mussolini alla foggia di quelli dell' India, trovandosene il nome ripetuto più volte dai nostri antichi scrittori. In Francia tale fabbricaziona è assai più recente, e sembra riferirsi al principio di questo secolo, avendovi però fatto in breve tempo progressi assai rapidi.

Si è detto nel Dizionario quanta sia la difficoltà della tessitura, e qui aggiugneremo aver molti trovato particolarmente utile per le mussoline l' apparecchio con l' alpista, o meglio con sostanze di analoghe qualità e scevre dai difetti di esso. (V. Apparecchio.)

Tuttavia indicossi nel Dizionario essere i mussolini tele finissime di cotone; ma qui è da aggiugnersi farsene oggidì anche di lana, industria che sembra essersi introdotta nel 1835 a Glasgow. Facevansi a principio questi mussolini di pura lana; ma era un tessuto serbato esclusivamente pei ricchi, sicchè per metterlo a portata delle classi medie, incominciossi a mescere il cotone e la lana, e questa nuova stoffa divenne d' uso comune e si estese ben tosto dappertutto, sicchè fino dal 1838 contavansi già 25 mila pezze di mussolini di lana su 55 mila di cotone. I primi hanno molti vantaggi, quali sono quelli di ricevere colori più vivaci e brillanti, di dare vestiti che si possono adoperare tanto la state che il verno, di essere meno soggetti ad accendersi e simili. Come pegli altri tessuti è facile riconoscere la presenza del cotone nei mussolini, poichè questo, trattandoli con la potassa caustica, rimane inalterato, mentre la lana si saponifica e sciugliesi.

(G.**M. — *Diz. delle Origini.*)

MUSTACCHIO, MUSTACCHI. Basette, cioè quella parte della barba che è sopra le labbra.

(Alberti.)

Mustacchi *di verga o di civada*. Manovre che, insieme alle mantiglie, sostengono il pennone attaccato al suo albero. Sono composte di una corda che porta i suoi due rami a destra ed a sinistra, discendendo verso il pennone.

(Stratico.)

MUSTACEO. Vivanda di farina e vino dolce usata dai Romani.

(Rusai.)

MUSTIARE, MUSTIATO, MUSTIO. V. Muscato, Muschio.

MUTA. V. Muda.

Muta *a quattro*, *a sei*. Si dice la carrozza tirata da quattro o da sei cavalli, od anche dei cavalli medesimi uniti insieme per tirarla.

(Alberti.)

MUTAPOLI. Dacchè l' uso della elettricità, dell' elettro-magnetismo e del magneto-elettricismo si estese alla medicina ed alle arti, si trovò utile in alcuni casi fare in modo che la correnti con frequenza si interrompessero od eziandio s' invertissero, avendosene sui corpi organizzati effetti particolari e di maggiore potenza, ed ottenendosi un alternamento di attrazioni e ripulsioni capaci di dare movimenti continuati fino a che dura l' azione elettrica, elettro-magnetica o magneto-elettrica. Si imaginarono quindi particolari congegni per ottenere a volontà e con quanta prontezza e frequenza occorreva siffatte interruzioni od invertimenti delle correnti e si dissero questi *mutapoli*. Applicazioni di siffatte intermittenze di azioni elettriche, si potranno vedere agli articoli Calamita *temporaria*, Elettro-magnetismo,

GALVANISMO, MAGNETO-ELETTRICISMO, MOTORE, PILA, TELEGRAFO *elettrico*. Qui pertanto cercheremo di dare una idea delle varie specie di cosiffatti artifizii, richiamando quanto altrove si disse intorno ad essi.

I meccanismi adunque d' interruzione o di cangiamento dei poli sono di due sorta, secondo che si fanno agire a mano od operano da sè soli. Gl' interruttori a mano più semplici si compongono di cilindri o dischi la cui periferia è in parte composta di metallo, in parte di sostanza poco conduttrice dell' elettrico, sui quali appoggiano una o più molle che ricevono e trasmettono o no alternatamente le correnti. Se ne possono citare ad esempii gli interruttori delle macchine magneto-elettriche di Clarke (T. XX di questo Supplemento, pag. 335, fig. 3 della Tavola XXIV delle *Arti fisiche)* di Woolwick (ivi, pag. 339, fig. 1 a 8 della Tav. XXV delle *Arti fisiche)* di Wheatstone (ivi, e fig. 9 della medesima Tavola) e di Callan (ivi, pag. 417, 418 e fig. 5 della Tavola XXVI delle *Arti fisiche)*, e gl' interruttori della macchina motrice di Taylor (T. XXVI di questo Supplemento, pagina 412, e fig. 1 della Tav. XCIII delle *Arti meccaniche.)* Allorchè si vuole però che queste interruzioni faccansi da sè, non può adottarsi un tal mezzo attesochè occorre sempre che la molla prema con una certa forza sui dischi, acciò vi abbia sufficiente contatto, e per tale motivo la resistenza da vincersi sarebbe troppo grande. Allora adunque ricorresi all' uso del mercurio, facendo sì che l' uno o tutti due i fili che trasmettono la corrente, ora vi si tuffino ed ora no, rimanendo sempre immersi nel mercurio i capi dei fili che vengono dalla pila. Un esempio di siffatti interruttori può vedersi descritto nell' articolo CALAMITA *temporaria* (T. III di questo Supplemento, pag. 165) ove un filo che pende da un pezzo girevole pesca in un truogolo di mercurio sottoposto circolare, il quale è ad ogni tratto interrotto da tramezzi isolanti che sollevano il filo stesso fuori del mercurio.

Più spesso si ricorre in tal caso ad un pezzo di ferro che è attratto o si abbandona da una spranga che si calamita o si smagnetizza, secondo che si apre o chiude il circuito nella spirale che la circonda, come si disse all' articolo ELETTRO-MAGNETISMO (T. VII, pag. 266). Un ingegnoso e semplicissimo interruttore di tal genera, proposto da Bird, vedesi nella fig. 6 della Tav. XXXII delle *Arti fisiche*, applicato ad una macchina elettro-magnetica. È questa formata di due spranghe diritte di ferro, ciascuna rivestita con due spire di filo fasciato, separate ai capi e ravvolte l' una sull' altra. Si fissa sopra una di queste spranghe, o come si voglia, una leva in bilico di ottone E, con una palla di ferro ad un capo, ed all' altro un filo pendente di rame F che si biforca e va a pescare nelle ciotole D. Le viti di pressione A A sono congiunte con la cime delle spire interne e con le ciotole D, e queste comunicano pure con le viti di pressione C C. Finalmente i capi delle spire esterne comunicano con le viti di pressione B B, dalle quali partono due fili con le impugnatura per trasmettere le scosse od altri effetti della macchina elettro-magnetica. Congiungendo con le viti C C i poli di una piccola pila, il fluido scorre nelle spire interne e rende le spranghe di ferro magnetiche; la palla di ferro è attratta da quella cui sta di contro, e per conseguenza solleva fuori dalle ciotole D il filo biforcato, rimanendo interrotto il circuito della pila, e cessando di essere magnetiche le spranghe di ferro. Allora la palla di ferro è innalzata dal peso eccedente dell' altro braccio della leva, ed il filo biforcato immergendosi nelle ciotole ripete

l' effetto di prima. In tal modo la rapida vibrazione della leva E produce successive interruzioni e compimenti del circuito.

Quando si voglia invertire l'andamento delle correnti anzichè interromperle semplicemente, possono, come è chiaro, servire qualunque dei precedenti congegni, facendo elia la molla, il filo è simili comunichino col polo opposto di prima in quei tratti in cui invece sono a contatto con sostanze isolanti. Cercheremo dare una idea di questi *mutapoli* propriamente detti con alcuni esempii. La fig. 7 della Tav. XXXII delle *Arti fisiche* mostra un mutapoli senza mercurio da muoversi a mano. A B è un arco di ottone fatto di tre pezzi separati, ciascuno distinto dagli altri con un incavo frammezzo, in cui s' inseriscono pezzi d' avorio, acciò la faccia superiore riesca piana e diritta. I due pezzi esterni di ottone di quest' arco sono insieme congiunti da un filo che passa sotto la base; ma il pezzo medio non è unito in alcun modo con essi. Il pezzo A e quello di mezzo tengono viti di pressione: C e D sono due spranghe di ottone legate insieme così che l' una non possa muoversi senza dell' altra, ma in guisa che non comunichino insieme metallicamente. Un capo di esse striscia sull' arco, ed all' altro vi hanno viti di pressione; la crociera che formano gira sopra un pernio liberamente. Congiunti coi poli della pila le cime E ed F, ed i fili che vanno all' oggetto da elettrizzarsi con le viti dell' arco, essendo le due spranghe o crociera nella posizione indicata dalla figura, avendovi in E il polo positivo, la corrente attraverserà da D in B, poscia, pel filo congiuntivo sottoposto, andrà ad A e di lì attraverserà l' oggetto da elettrizzarsi e tornerà al pezzo di mezzo dell' arco, andrà alla spranga C e terminerà in F. Girando la crociera così che C si porti sul pezzo A e quello D sul pezzo medio, la corrente andrà per la spranga E D a questo pezzo medio di lì all' oggetto da elettrizzarsi, e attraversato questo verrà in A e si scaricherà per C F, cioè al polo opposto della pila. Per avere l' invertimento dei poli col mercurio si ricorre solitamente all' uso degli archetti ad altaleno che vedemmo all' articolo CALAMITA *temporaria* (T. III, pag. 161) avere adoperato fino dalle prime il Dal Negro, il Botto ed altri molti, e facendo che le leve in bilico che portano questi archetti vengano attratti o no da una calamita temporaria si ottiene che mutinsi i poli da sè, e può vedersena un esempio nell' applicazione di questi mutapoli allo scampanio pei telegrafi elettrici descrittosi nell' articolo ELETTRO-MAGNETISMO di questo Supplemento (T. VII, pag. 265) e rappresentatosi nella fig. 19 della Tav. VI delle *Arti fisiche*. Un altro esempio d' una disposizione analoga, ma alquanto diversa di mutapoli ad archetto, vedesi nella fig. 6 della Tav. XXVI delle *Arti fisiche*, e venne descritta all' articolo MAGNETO-ELETTRICISMO (T. XX di questo Supplemento, pag. 418); ma per isfortunata combinazione corsero in quella figura molti errori, omissioni e mali collocamenti di lettere che ne rendono difficile la intelligenza. Ripariamo, in quanto ci è possibile riferendo qui un mutapoli di tal fatta semplice ed efficace, proposto da Bird, il quale si vede nella fig. 8 della Tav. XXXII delle *Arti fisiche*. A è una spranga di ferro lunga 14 a 16 centimetri, sostenuta sopra un pilastrino verso il centro di gravità, e che può oscillare di tre a sei centimetri in su od in giù: a ciascuna cima è ravvolta una spira di filo di rame fasciato i cui due capi sono torti insieme, poi si separano formando un biforcamento sopra le ciotole E ed F; le due ciotole in E sono unite con quelle in F da fili che camminano sotto alla base. Di contro alla spranga di ferro o cala-

mita temporaria oscillante stanno due calamite a ferro di cavallo B C, poste coi loro poli norte al di sopra, ed a tale altezza che quando una cima della spranga sta contro al polo norte di una calamita, l'altra cima sia di contro al polo sud dell' altra. D sono le viti di pressione cui si uniscono i fili che vengono dalla pila, una delle viti essendo unita con un filo ad una delle ciotole in E, e l'altra vite con l' altra ciotola pure in E. Fattasi la unione con la pila, A diviene una calamita temporaria quando i fili da un capo pescano nel mercurio dalle ciotole, e se le spirali del filo sono disposte a dovere, i poli acquistati dalla calamita temporaria saranno rispinti da quelli delle calamite permanenti, e la spranga A oscillerà; la forcella dei fili uscendo dalle ciotole all' un capo interromperà ivi il circuito nella spira, e immergendosi la forcella all' altro capo chiuderà il circuito con l' altra spira. Mutandosi così i poli della calamita temporaria, ne verrà una ripulsione, per cui continuerà il moto oscillatorio.

Tali sono le principali sorta di mutapoli, le quali credemmo utile di accennare riunite in un solo articolo, essendo questi congegni che molto contribuiscono ad alcune delle applicazioni della elettricità all' industria ottenutesi finora, o sperabili per l' avvenire.

(Francis — G.**M.)

MUTARAMO. Chiamano con tal guisa gli strozzeri quegli uccelli da preda che si sono mutati di penne fuori del bosco.

(Alberti.)

MUTARE. V. Mudare.

MUTAZIONI o MANSIONI. Chiamavano in tal guisa i Romani quelle stazioni che corrispondevano alle nostre poste.

(Rossi.)

MUTILINGUA. Nome dato dal padre Ermenegildo Pini ad uno strumento per supplire alla parola nei muti, ed era una tastiera, ciascun tasto della quale faceva comparire una data lettera dell' alfabeto quando si premeva col dito.

(G.**M.)

MUTILO. Legno che spunta nelle fabbriche.

(Bazzarini.)

Mutilo. Legno pel riposo delle galline. (V. Posatoio.)

(Columella.)

MUTO. Chiamasi il suono mandato dalla percussione di corpi cavi, qualora non è distinto come dovrebbe esserlo.

(Alberti.)

MUTUANTE. Quegli che dà denaro a mutuo.

(Alberti.)

MUTUARE. Dare denaro a mutuo.

(Alberti.)

MUTUATARIO. Quegli che riceve denaro a mutuo.

(Alberti.)

MUTUO. Prestito di danaro con obbligo d' interesse. (V. Interessa, Pro, Prestito, Usura.)

(Alberti.)

Mutuo *insegnamento*. Dicemmo nel Dizionario quali sieno i vantaggi di questa maniera d' insegnamento ed alcuna cosa toccossi altresì sui metodi che vi si impiegano. Qui faremo alcun cenno sui modi pratici d' istituire tali scuole e sul materiale del luogo e degli oggetti che occorrono per esse.

La prima scuola di mutuo insegnamento si aperse in Francia da Martin, ed una Società dell' istruzione elementare prese ad incoraggiarne la diffusione, non solo in Francia, ma in diversi paesi esteri, fra i quali nella Russia, nella Danimarca, nella Svezia, nella Grecia, nell'America del sud e nel Senegal; introdusse nuovi metodi per insegnarvi a leggere, a scrivere, l'aritmetica, l' intaglio, il disegno lineare ed il canto; creò scuole regolatrici, scuole di

adulti, propose premii per libri popolari, e finalmente stabilì nel centro della capitale tre scuole modelli, l' una di fanciulli, un' altra di fanciulle ed una terza di adulti. Trarremo da uno degli opuscoli pubblicati da questa attiva società i fatti che seguono.

Si applica il mutuo insegnamento pel leggere, lo scrivere, l' aritmetica, la grammatica, il disegno lineare e la musica od il canto, e si cercò di applicarlo altresì alla geografia. Nelle scuole per le fanciulle si sostituisce il cucire al disegno lineare.

Uno dei mezzi d' introdurre il mutuo insegnamento in una scuola è quello di inviare in una dalle scuole normali, un institutore, od un giovine abbastanza istruito, e capace di maggiormente erudirvisi in alcuni studii meno generalmente diffusi e nullameno utilissimi, come il disegno lineare, l' arte di stazare e l' agrimensura, ed in pari tempo di conoscere il metodo ed impratichirvisi.

Fondata che siasi una scuola di mutuo insegnamento, con assai piccola spesa si può aprirla la sera agli adulti, l' unico aumento del costo provenendo dalla illuminazione e dal maggiore consumo degli oggetti che si logorano col farne uso.

La fig. 4 della Tav. XXIV delle *Arti del calcolo* mostra l' interno di una grande scuola di mutuo insegnamento. Veggonsi in A le allieve della prima divisione della prima classe già collocate ai loro posti, attente a scrivere sopra la polvere onde sono coperti i tavoli innanzi ad esse, ed in B vedesi una assicella con impugnatura di dietro, analoga allo sparviero de' muratori, per cancellare ciò che si è fatto, spianando di nuovo la polvere. Una giovinetta ammonitrice sta dietro ad esse in piedi per correggere le lettere mal fatte. L'ammonitrice più grande in C è salita sulla panchetta per dare un avviso o segnale. Vedonsi nel fondo la stufa e varie tavolette appese alla parete. Nel mezzo si scorgono altre allieve che vengono alla scuola, avendovi la maestra in capo che sorveglia il tutto dall' alto del suo posto, il quale vedesi in D nelle fig. 5 e 6 che rappresentano, l'una l' alzata e l' altra la pianta del locale della scuola. Le fig. 7 e 8 mostrano le tavole di lavagna, la fig. 9 due cartellini, la fig. 10 un quadro, la figura 11 un porta-quadri, finalmente le figure 12 e 13 due segnali di classe.

Ecco il conto delle spese da farsi per istabilire una scuola di mutuo insegnamento di 200 allievi: 1.° Per la gradinata ed il tavolo del maestro, oriuolo, scaffali di biblioteca, banchette, tavoli, ecc. ecc.; da 650 a 700 franchi, — 2.° Stromenti generali, oggetti varii; 60 a 70 franchi. — 3.° Oggetti pel leggere, raccolta di quadri, tavolette, cornici, libri, fascicoli in litografia; da 60 a 120 franchi. — 4.° Per lo scrivere: quadri o modelli, lavagne, porta-matite, punta di lavagna, carta, penne, inchiostro, sabbia; da 160 a 180 franchi. — 5.° Per l' aritmetica: quadri e manuali, cornici o tavolette, quadri neri, lavagne e matite di lavagna, matite di terra bianca; 140 a 160 franchi. — 6.° Grammatica: quadri, cornici, tavolette o cartoni; 35 a 64 franchi. — 7.° Disegno lineare: tavole e manuali, stromenti, carta e matite per un anno; 70 franchi. — 8.° Musica: tavole e guide, stromenti, come il corista, il pettine da rigare e simili, scatola, tastatura; 90 franchi. Quindi la spesa del primo allestimento e di manutenzione nel primo anno per una scuola di 200 fanciulli, senza l' insegnamento della musica, può valutarsi a 1200 o 1400 franchi, non compresi però gli onorarii del maestro o della maestra e le spese di riscaldamento e di illuminazione.

Dietro una relazione di Gillon, nel 1832 il numero totale delle scuole era in Francia di 42,092, delle quali erano a mutuo

insegnamento 1205 pei fanciulli e 129 per le fanciulle.

(Magasin pittoresque.)

Mutuo *soccorso.* *(Società di)* Come indica il loro nome, è scopo precipuo di queste società l'unirsi di molte persone col patto di venirsi in aiuto vicendevolmente nel caso che l'una di esse cada in bisogno. Si formano spesso di siffatte lodevoli associazioni fra quelli che esercitano una medesima arte liberale o meccanica, e ve ne hanno in alcuni paesi fra i medici, fra i notai, fra i farmacisti e simili, non che fra gli stampatori, fra i muratori, fra i magnani od altri artigiani. Nell'Inghilterra queste società sono molto diffuse, e portano il nome di *società amichevoli*, il quale titolo, come bene osserva Giacomo Cowe, ha già di per sè alcun che di simpatico con l'inclinazione naturale che hanno gli uomini a riunirsi; eccita la pietà pe' nostri simili in preda alla malattia od alla sventura, c'invita a prendere parte al loro dolore. « Le società amichevoli, dice Morton Eden, sono fondate sul principio che dee presiedere alla beneficenza pubblica, quello che rende i poveri capaci di provvedere al proprio sostentamento. Riconoscendolo, mostrano che non è solamente praticabile, ma popolare. È provato dalla sperienza, dic' egli, che il ben essere di tutti quelli che vi hanno preso parte è grandissimo, che questi sono ordinati nei loro affari, sobrii, costumati, che in conseguenza sono felici e membri utili alla società. Queglino all'incontro che non sono soci e godono soccorsi dalle parrocchie, vivono nel fango e nella miseria, sono spesso trascinati al vizio, al disordine ed anche ai delitti, mali da cui gli avrebbero preservati le società amichevoli. » Tommaso Ruggle raccomanda queste associazioni, e secondo lui nessun atto della legislazione inglese, sugli indigenti, dopo lo statuto 43 di Elisabetta ha prodotto tanto bene; l'incoraggiamento che ne ricevono gl'indigenti è prezioso e come tale riconosciuto da essi che si presentano in folla, e manifestano il più vivo desiderio di essere membri di questa società di mutua beneficenza.

La società filantropica di Parigi, la cui autorità è sì grande nelle quistioni che trattano del modo di sollevare l'umanità, e che per una lunga sperienza si trovò in caso di poter osservare gli effetti di questa società di previdenza nella capitale, le raccomanda con profondo convincimento della loro utilità. « È questa, dic' ella una lotteria morale, in cui nessuno si duole di avere perduto la posta; il bastare a sè stesso è un raro privilegio; l'uomo che sente bisogno di un appoggio lo cerca nel suo simile; riceve senza arrossire una parte che gli appartiene, il soccorso dell'associazione in cui ha contribuito con la sua economia e con le sue privazioni pel bisogno di tutti. »

Giacomo Cowe non dubita di affermare che le società amichevoli hanno risparmiato all'Inghilterra il sagrifizio di parecchi milioni che sarebbero stati distribuiti in pubblici soccorsi. Le ricerche fattesi per ordine del Parlamento hanno provato che i membri di queste società non si presentano alle parrocchie per profittare della tassa de' poveri. Non avvi esempio in Parigi di un membro della società di previdenza che siasi presentato ad un uffizio di beneficenza per essere ammesso ai soccorsi a domicilio.

Le società di previdenza sono vere casse di risparmio formate con semplici depositi.

Il risparmio pei membri della società di previdenza non è facoltativo, ma obbligatorio: l'obbligo è contratto liberamente, ma lega per l'avvenire. Il risparmio non è semplicemente momentaneo, ma durevole, periodico, regolare; la mi-

sura è determinata. Il socio che trascura di continuarla perde i denari già lasciati in serbo. In questo modo l'economia diventa necessità e si trasforma in abitudine. Il socio è invitato a praticarla insino dagli anni della giovinezza, ed ogni anno ha maggior interesse a conservarvisi fedele.

Il risparmio confidato alle società di previdenza non può esserne ritirato a capriccio, per incostanza, all'occasione di una festa, di un bagordo, ma resta costantemente destinato pegli eventi disastrosi per cui fu depositato. Non si può spenderlo ad altro fine. La vedova, l'orfano non hanno a temere che loro sfugga il benefizio: il soccorso è pel vecchio e l'infermo.

Se una disgrazia improvvisa colpisce il socio, prima che i suoi risparmi abbiano potuto procacciargli un aiuto alquanto considerabile; se la malattia che soffre o l'accidente che prova gli cagionano spese molto superiori al complesso de' suoi risparmi, l'assistenza che richiedono le sue necessità gli è tuttavia guarentita dagli altri soci: è un vero contratto di mutua assicurazione. Un anno di società basta per acquistare questi diritti, per mettersi al riparo di questi disastrosi eventi. Osa quindi guardar l'avvenire con un po' più di fiducia, e getta su quelli che lo circondano uno sguardo più sereno.

Havvi sempre del bene in tutto ciò che avvicina gli uomini, confonde i loro interessi, e li rende scambievolmente solidarii. La società di previdenza è una confraternita. La mutua assistenza è un esercizio di mutua affezione; alle combinazioni della prudenza aggiunge il merito di una buona azione, poichè quella porzione di risparmi che non viene raccolta dal socio che la ha versata è utile ad altri soci. Le condizioni imposte per l'applicazione dei soccorsi sono un avvertimento contro i disordini, un incoraggiamento a mantenere una condotta onesta, una raccomandazione di essere fedeli alla temperanza. Per raccogliere i vantaggi dell'associazione il socio dee meritare la stima di quelli che la compongono.

Questa necessità ne nobilita il carattere. Egli prova ancora un legittimo sentimento di alterezza al pensare che dee a' propri sforzi la guarentigia che ha ottenuta, che non è esposto ad invocare la misericordia altrui, e questo sentimento d'indipendenza sviluppa le sue facoltà e ne raddoppia il coraggio.

(DEGERANDO.)

MUTUA *assicurazione*. V. SOCIETÀ *di mutua assicurazione*.

MUZZO. Di mezzo sapore, che è tra il dolce e l'acetoso.

(ALBERTI.)

N

N. Adoperasi questa lettera nelle piante, nelle carte topografiche e simili, e specialmente nelle Bussole, per indicare il norte. (G.**M.)

N. Nelle ricette mediche o chimiche è talora abbreviatura che significa *numero*. (Omodei.)

NABLO. Zampogna, specie di stromento da fiato. (Gianelli.)

NACCARO, NACCHERA. Stromento di rame in foggia di grande pentola, per lo più vestito di cuoio e coperto per di sopra, nel largo della bocca, con pelle di tamburo tesa; usasi anche nelle orchestre, ma principalmente dalla cavalleria ponendosene due sull' arcione davanti della sella, e suonandoli con due bacchette che si battono vicendevolmente ed a tempo or sopra l' uno or sopra l' altro. (Alberti — Grassi.)

Nacchera. Stromento fanciullesco di legno che si suona per baia, fatto di ossi, di gusci di noce, o di nicchii, che, legati a due con cordicelle e posti fra le dita della mano, si fanno battere insieme agitando la mano medesima. Vi si dà talvolta in Italia ed anche in Francia il nome altresì di Castagnette. (Alberti.)

Nacchera. Chiamansi con questo nome piccoli pezzi di pasta di castagne o di farina fritti in padella. (Alberti.)

Nacchera *(Pelo di)*. V. Bisso.

NACCHERONE. V. Bisso *marino*.

NACRITE. Specie di pietra, detta anche *talco granulare perlaceo*, *margarite*, *talcite* o *lepidolite bianca* o *verdognola*, somigliando moltissimo appunto alla Lepidolite in tutto, eccetto che nel colore. La nacrite mostrasi compaginata ad un tempo di squame o di scaglie per lo più curvilinee, nitide e lucenti, e di grani insieme cementati in un tutto bianchiccio o verdiccio, con uno splendore micaceo più o meno vivo e perlaceo, simile a quello della madreperla, e che volge sensibilmente allo splendore metallico: al cannello si fonde con facilità in uno smalto grigio. Le squame staccate con l' unghia da questa nacrite riescono al tatto grasse ed untuose, lasciano segno sulle dita ed appariscono friabili. Rinviensi in certe fenditure delle rocce micacee o talcose delle Alpi Tirolesi, Salisburghesi ed altre, ed esiste anche in filoni per entro alle miniere di piombo e di ferro a Freyberg in Sassonia e nell' isola d' Elba. (Gio. Fed. Blumenbach.)

NAFTA. Donde derivi questa parola e cosa s' intenda per essa, venne detto ed a questo medesimo articolo nel Dizionario, ed a quelli Bitume di esso e di questo Supplemento, e quanto diremo non sarà che un' aggiunta a ciò che ivi si trova.

Parlando primieramente della origine

della nafta, cioè, dei luoghi dove trovasi questa, oppure il petrolio, il quale, come vedremo in appresso, non è che nafta più o meno impura, si disse nei luoghi sopraccitati, trovarsene abbondantemente in Persia sulle rive del Mar Caspio presso Bakù, non lungi da Derbent e dalla penisola di Apcheron. I contorni di quei luoghi sono calcarei, il suolo che somministra la nafta è marnoso e renoso, e se ne sprigionano di continuo vapori odorosissimi e molto infiammabili. L' annuo prodotto della provincia di Bakù valutasi a 40,000 *kalvari*, ed occorrendo potrebbesi triplicare. Fino ad ora lo scavo dei pozzi sul terreno di là del Caucaso e la vendita dei prodotti che se ne traggono, venne riservato alla Corona. Il costo sul luogo è di 7 rubbi d' argento (28 franchi) al kalvar; ma questo prezzo diminuirebbe se crescesse lo smercio. Il costo del trasporto da Bakù a Tiflis è solo, dietro esatte valutazioni, di 2 abasi al poud (1 fr.,44 ogni 16 chil.); le spese da Tiflis a Redute-kalè non superano questa spesa. La nafta che si trova a Bakù è bianca naturalmente. Nella Russia pure trovasi della nafta nera, donde potrebbe estrarsene di bianca, vicino al lago Tuman, poco distante dallo stretto di Caffa: importerebbe verificare se avesse le medesime proprietà di quella delle provincie di là del Caucaso, atteso che vi sarebbe evidentemente economia di spese di trasporto dal luogo di scavo a quello d' imbarco. Avvi pure del petrolio in Siberia.

All' articolo BITUME del Supplemento accennammo la molta copia di petrolio che raccogliesi nel paese vicino alla città di Ramang-hun (dettasi per errore, *Naigangon*). Il terreno ivi consiste in un' argilla sabbiosa che giace sopra strati alternati di gres e di argilla indurita: di sotto si trova un grosso strato di schisto argilloso, azzurro-pallido, che fa parte della formazione dello strato di carbon fossile, e questo schisto argilloso immediatamente riposa sul carbon fossile che è inzuppato di petrolio. Si cavano fosse profonde alcuni piedi in questo strato di schisto argilloso, nelle quali l' olio di petrolio raccogliesi, ed è da osservarsi che il petrolio scacciò talmente tutta l' umidità di questo terreno da non raccogliersi in queste fosse una goccia d' acqua.

Si scava una miniera abbondante di petrolio nel regno d' Ava, a 20° 26' lat. settentrionale, a tre miglia inglesi dall' Irraouaddy, o fiume d' Ava. Vi sono circa cinquecento pozzi in una collina. Si trova dapprincipio un terriccio renoso, poi un gres friabilissimo, quindi strati di argilla figulina schistosa, turchina pallida, impregnati di petrolio, poi degli schisti, e finalmente del carbon fossile, dal quale appunto cola il petrolio, che si estrae dal fondo dei pozzi con secchie di ferro. In fondo a questi pozzi vi è tanto caldo, che i lavoranti grondano di sudore. Siffatto bitume è mescinto d' acqua che si separa per decantazione; si pone in grandi vasi di terra, e dicesi che sia verdognolo. Queste miniere vennero descritte dal maggior Symes e da Hiram Cox.

In Italia, come si disse nei luoghi sopraccitati, nel 1802 si scoperse nel villaggio di Amiano, sui confini della Liguria, nello stato di Parma, e dodici leghe distante da quella città, una copiosa sorgente di nafta gialla topazio, che somministra la maggior parte di questa sostanza che trovasi in commercio in Europa. Veggonsi colà sorgenti di petrolio scavate, e si fanno spesso i pozzi senza essere diretti da verun certo indizio; solo si sa che il terreno contiene quasi dappertutto questo bitume. Vi ha però maggior probabilità di trovarne quando si è osservata un'argilla verdognola, dura e com-

patta, e specialmente allorchè il terreno è impregnato dell' odore di questo bitume. A misura che si scava il pozzo, l'odore di petrolio diventa più forte, e tanto aumenta, che i lavoranti non tardano a risentirne danno. I pozzi sono scavati fino a sessanta metri di profondità: quando si è giunti alle sorgenti di petrolio, si dà al fondo del pozzo la forma di un cono arrovesciato, il petrolio si raduna in fondo a questi coni, e si attinge ogni due giorni con secchie. L' odore di questo bitume è così forte che i lavoranti non possono sopportarlo in fondo al pozzo più d' una mezz' ora, senza correre il rischio di cadere in deliquio. Si osserva che queste sorgenti sono sempre accompagnate da quelle d' acqua salata.

Al monte Zibio, presso Modena, le sorgenti di petrolio sono situate in fondo ad una valle; i terreni che le circondano, composti d' una roccia molto friabile, mescinta d' argilla, di calce carbonata e di rena, sono notabili pei fuochi di gas idrogeno che se ne sprigionano, e pei gorgogli o vulcani fangosi che vi si osservano, e che sono impregnati anche di questo bitume. Tali sorgenti colano in fondo al pozzo che è stato scavato in questa valle: sono composte d' acqua e di petrolio che vi galleggia, e quando nel verno le acque diventano troppo abbondanti, il petrolio più non comparisce. Si lascia accumulare questo bitume alla superficie dell' acqua radunata in fondo al pozzo, ed ogni otto giorni si va a raccoglierlo con secchie. Questo petrolio ha una tinta gialla talvolta molto chiara. Il petrolio più puro che si raccolga in Europa proviene dal Monte-Ciaro non lungi da Piacenza. Finalmente agli articoli Bitume e Nafta si vide esservi sorgenti di questa ultima anche in Sicilia e nella Calabria.

La nafta trovasi inoltre in Baviera al lago Tegern; in Moldavia, in Gallizia in

una valle prossima ai monti Krapack e vicino a Kalusz; nella Transilvania in tutte le miniere del sal gemma e sul declivio dalle montagne; vi si scavano pozzi nei quali si versa dell' acqua alla cui superficie viene a riunirsi il petrolio che trapela dalla montagna; in Grecia, nella Tebaide, in una montagna chiamata Gebel Moel. Nella Svezia si raccolse una piccola quantità di petrolio ne' pozzi scavati nella montagna di Osmond in Dalecarlia, ma tosto cessò. L' apparizione di questo petrolio era notevole tuttavia imperocchè quel paese è interamente formato di un calcareo di transizione separato prossimamente dal granito, e non contiene alcuna delle formazioni terziarie. È quindi probabile che questa nafta traesse origine da uno schisto alluminoso su cui giace probabilmente il calcareo della montagna di Osmund. Nella Svizzera si è detto all' articolo Bitume rinvenirsene a Travers vicino a Neuchatel.

In Francia nel XV secolo esisteva a Waldsbrunn, tre leghe distante da Bitsche, nel dipartimento della Mosella, una sorgente le cui acque erano coperte di nafta, e si raccoglievano in una vasca posta nel cortile del castello di Bitsche. Trovasi inoltre ivi il petrolio o la nafta a Begrede, presso Anson in Linguadoca; a Gabian, nei contorni di Beziers, esce dalla terra con una tal quantità d' acqua da galleggiarvi; in commercio tiene spesso il nome d' olio di Gabian; questa sorgente non produce più altrettanto petrolio; in Auvergna, presso Clermont; nelle Landa, vicino a Dax, e presso Orthez; a Beckelbronn, comune di Lampertsloch, presso Wissembourg e le sorgenti salate di Sultz, nel dipartimento del Basso Reno; è mescolato con rena, che si estrae in detto luogo per via di pozzi che hanno quarantatrè metri di profondità: questa rena, che contiene circa il dieci per cento

di petrolio, si pone in caldaie, e con l'ebollizione nell' acqua se ne ricava un bitume viscoso che apparterrebbe al malto; ma con la distillazione se ne separa un vero petrolio.

Recentemente Degousèe fece parecchie trivellazioni in questo dipartimento del Basso Reno a fine di conoscere gli stati bituminosi ed asfaltici di quel terreno. Alcuni anni sono la trivella attraversò, alla profondità di circa 21 metri, uno strato d' argilla turchiniccia, e l' acqua che sorge di là per un orifizio guernito d' un tubo del diametro di centimetri 22, bolle ad intervalli, dando passaggio a dei gas e a del petrolio, del quale si ottengono da qualche anno cinquanta a sessanta litri al giorno. Il mezzo di raccoglierlo è semplice e di nessuna spesa. L' acqua zampillante cade in un grande tino munito a 30 centimetri dalla sua parte superiore di un robinetto, ed alla sua base di un' apertura per la quale fluisce costantemente, mentre il petrolio si condensa alla superficie. Ogni tre giorni si apre il robinetto, ed il petrolio esce e riempie un barile: si sono per tal modo raccolti 300 barili di questo liquore della capacità ciascuno di 150 litri.

Si trova egualmente uno strato di rena bituminosa posato fra un banco di argilla ed uno di pietra calcaria, da Seyssel fino allo sbocco del Rodano; si scava questa rena come la precedente, e somministra il dodici per cento di petrolio che serve ai lavori di costruzione che si fanno sott' acqua.

Nell' Inghilterra, a Coalbrakdale, avvi una sorgente di petrolio analoga a quella di Rainang-Hun, e prende origine in uno strato di carbon fossile, e se ne incontra eziandio ad Oomkirk nel Lancashire, nelle miniere di stagno di Cornovaglia e nella Scozia.

Trovasi parimenti questo bitume vicino alle isole di Capo Verde, ove si vide spesso nuotare in grande quantità alla superficie del mare, al Madagascar, sul monte Atlante ove i Mori lo raccolgono, ed in America sulle coste di Cartagena. Nell' America, a Berkswille, essendosi giunti alla profondità di 65 metri con una trivellazione, si penetrò in un serbatoio di petrolio puro donde fu lanciato a più di 3^m,66 al di sopra del suolo. Quantunque la quantità diminuisse dopo i primi istanti, durante i quali ne uscirono 283,8 litri al minuto, il petrolio continuò a sorgere per parecchi giorni. Il pozzo trovandosi sulla riva d' un ruscello, che metteva foce nel fiume Cumberland, la nafta vi fu condotta e ne coprì per lungo tempo la superficie. Alcune persone avendovi avvicinato una fiaccola accesa, tutto il fiume comparì invaso dal fuoco, le fiamme si alzarono al di sopra delle maggiori altezze delle sponde del fiume. Quest' olio abbrucia facilmente e dà una fiamma bianca e brillante come quella del gas estratto dal carbone fossile. Se ne riempirono parecchi barili; ma il liquore è sì vaporizzabile che è difficile conservarlo nelle botti. Sviluppa tanto gas che le boccie, riempite con esso e tenute ben chiuse, scoppiarono. Esposto all' aria prende una tinta verdognola. È assai volatile, ha un forte odore, acuto, impossibile a descrivere, ed il suo sapore somiglia a quello dell' abete resinoso.

Poco dopo la scoperta di quest' olio minerale, se ne otteneva sempre una certa quantità, quando si estraeva con la tromba l' acqua salata, e si credeva che ciò dovesse continuare; ma ben presto non si è potuto più estrarne con l' acqua. Di tempo in tempo però si riproducono emissioni di quell' olio, e se ne ebbero due durante gli anni 1839 e 1840. L' ultima incominciò il 4 luglio e continuò per sei settimane. Se ne raccolsero venti barili.

L' olio minerale e l' acqua salata, che sono misti assieme, vengono condotti con una tromba in un recipiente aperto, dove l' acqua si separa e il petrolio soprannota alla superficie pel che facilmente si leva. Un rumore sotterraneo, somigliante al tuono in distanza, accompagna sempre la emissione del petrolio, mentre che il gas si sviluppa in abbondanza all' alto della tromba, dando all'acqua del pozzo l' apparenza dell' ebollizione.

Gli olii volatili noti col nome di nafta o di olio di petrolio si rinvengono del resto, oltre che nei luoghi qui noverati, in molti altri ancora, in quantità più o meno grandi, e giungono d' ordinario con le acque delle sorgenti e dei pozzi alla cui superficie galleggiano in modo da potersi raccogliere. Trovasi poi quasi sempre del petrolio nei luoghi ove i vulcani ardenti trovansi posti vicini a strati di carbon fossile.

Come già si è detto la nafta è molto analoga all' olio di petrolio, se non che questo contiene anche una certa quantità di sostanza meno volatile; ne differisce inoltre perchè è scolorita o leggermente giallastra, mentre invece l' olio di petrolio è di un giallo brunastro: è più leggera nella proporzione da 0,753 a 0,836; è più fluida, lascia assai meno residuo stillata con acqua. La sostanza descritta col nome di EUPIONE da Reichembach era anch' essa in gran parte composta di nafta sfuggita alle di lui ricerche: tuttavia anche fra la nafta e l' eupione, v' hanno alcune differenze. Finalmente anche gli olii che traggonsi dal catrame del carbon fossile sono in gran parte composti di nafta che può separarsene con operazioni opportune.

Dicemmo nel Dizionario il mezzo solito ad impiegarsi per depurare la nafta o per ottenerla dal petrolio essere quello di ripetute distillazioni. Assoggettando a queste la nafta od il petrolio senza acqua, non passa però che una parte dell' olio volatile, assolutamente come quando distillansi de' balsami naturali, e la materia che rimane nella storta viene alterata o imbrunita dall' azione del calore, e fornisce de' prodotti pirogenati. La sostanza che rimane insieme con l' acqua, quando si distilla l' olio di petrolio con essa, è viscida o bruna; ritiene ostinatamente una certa quantità d' olio volatile. Credevasi che questa sostanza, non esaminata fin qui diligentemente, fosse il prodotto della resinificazione dell' olio volatile; ma tale supposizione sembra inesatta, ed è più probabile che sia una materia analoga all' asfalto, disciolta nell' olio. Si fecero poche sperienze per conoscere la natura dell' olio di nafta e dell' olio di petrolio, derivati da luoghi diversi; sicchè non si può dir con certezza se questi oli sieno identici.

Unverdorben cercò di estrarre dall'olio di petrolio del commercio i principii immediati che contiene. Lo distillò con acqua, nella quale sperienza passò dapprima 1/6 dell'olio con pochissima acqua; l' olio distillato era senza colore, e bolliva a 95°. Continuando la distillazione, passò un altro olio, il cui peso era circa la metà di quello dell' olio di petrolio adoperato, ed analogo al precedente, ma non cominciava a bollire che a 112°,5. Rimase nella storta un liquido che quasi più non diede che vapori acquei, e che venne stillato ad una temperatura alla quale non per anco bolliva; somministrò un olio giallo, dotato di un debole odore, il cui grado di ebollizione era 313°. Il residuo, seccato nella storta, lasciò nell' alcole un poco di sego di montagna, che poteva ottenersi cristallizzato. La porzione del residuo insolubile nell' alcole, trattata con l' etere, abbandonò una resina bituminosa, insolubile nella potassa; ad un corpo che si

depose in forma polverosa dalla dissoluzione eterea, oltre ad un sale di calce il cui ocido sembrava analogo agli acidi grassi. Abbiamo detto nel Dizionario come Saussure ottenessa la nafta pura con ripetute distillazioni da quella di Amiano.

Avendosi, come vedremo, acquistata la nafta particolere importanza per la illuminazione, nell'Inghilterra English imaginò il mezzo seguente, pel quale chiese un privilegio, par depurare tanto quella come gli olii di schisto, di terebintina e simili ed averne quella sostanza cui diede il nome di *camfina*. In un vaso chiuso introducesi un tubo cha comunichi con una caldaia il cui vapore entri sotto al liquido a depurarsi ed innalzandosi attraverso di esso ne porti seco i vapori. Dalla perte superiore di questo vaso psrte un tubo che comunica con la parte inferiore di un altro vaso. Dalla parte superiore dl questo un tubo va al fondo di un terzo vaso, e così di seguito per quel numero di vasi che si reputa conveniente; English ne adopera quattro, ma dice valer meglio quanti più sono. Mettesi la sostanza da depurarsi nel primo di questi vasi, sola o mesciuta con ecqua, in alcuni degli altri vasi ponesi acqua mesciuta con potassa, calce viva od altra sostanza alcalina, ed in altri acque mesciuta con acido solforico o con altri acidi, ed in que' vasi che non contengono nessuno di tali miscugli si pone dell' acqua pura. La bocca del tubo che sbocca al fondo di ciascun vaso dee essere al di sotto del livello del liquido contenutovi, a' guernita di une mezze sfera bucherata a guisa degli annaffiatoi. L' inventore dice valer meglio ancora che ciascuno dei tubi possa porsi in comunicazione con la caldaia, così cha il vapore possa passare liberamente attraverso del liquido in ciascun vaso; interessa poi che la bocca del tubo che si apre alla parte superiore sia così alta che alcuna parte del liquido contenuto in un vaso non possa passare in un eltro. Invece cha con tubi a vapore può anche riscaldarsi direttamente il vaso in cui è la sostanza da depurarsi, così che questa si riduca in vapore, il quale poi passi pei tubi nei vasi ed attraverso i liquidi contenutivi. La temperatura dei liquidi nei diversi vasi può mantenersi al di sopra del punto cui si condensano i vapori, o per effetto del vapora medesimo, o mediante calora esternamenta applicato a cadaun vaso. Dall' ultimo di questi conduconsi i vapori in un condensatora comune qualsiasi acciò si liquefacciano. L' olio essenziale per tal modo viena depurato dalla chimica aziona dell' acido e dell' elcali attraverso il quale viene condotto allo steto di vapore, non che dall' azione meccanica dell' acqua. L' olio che risulta dalla condensazione deporasi ulteriormente, volendo, filtrandolo attraverso la calce od altra sostanza alcalina od acida.

Nell' articolo BITUME in questo Supplemento dicemmo come Saussure provasse a depurere con l' acido solforico, a quel modo che si usa pegli olii di colza, il petrolio di Travers presso a Nenchatel. Trovasi ivi del carbonato di calce penetrato di bitume, che può separarsi con la distillazione. Si ottiene un liquido denso, viscoso, di odore sgradevolissimo. Sottomettendolo ad una seconda distillazione, ottiensi un olio di nafta di odore disaggradevole, o rimane una specie di pece minerale cha adoperasi in Isvizzera per ungere le sale delle carrozze. Teodoro di Saussure purificò quest' olio di nafta, e trovò che, dopo averlo privato della sostanza che comunicavagli quest' odore infetto, era identico all' olio di nafta precedentemente descritto. Egli trattollo prima con $\frac{1}{10}$ del suo peso di acido solforico, lasciandolo più settimana in contatto, e

agitandolo ogni giorno; se ne separò una sostanza simile al catrame di odore disaggradevole. Quindi agitollo con una soluzione d' una parte d' idrato di potassa in 20 parti di acqua, ed infine agitò l' olio alternativamente con l' aria e con l'acqua, finchè quest' ultima cessò di divenire latticinosa. Ottenne così l' olio di nafta puro. Lo stesso Saussure trovò che l' olio di nafta, che ottiensi con la distillazione del petrolio di Gabian, e di quello proveniente dal dipartimento dell' Ain, in Francia, è identico all' olio di nafta rettificato d' Amiano.

Finalmente si propose non ha molto il modo che segue di depurare la nafta. Sciolgonsi 60 gramme di cromato di potassa in 120 gramme di acqua; si versa la soluzione in una grande bottiglia in cui v' abbia un chilogramma di nafta greggia; si agita più volte e lasciasi in quiete, agitando ogni giorno per un mese e tenendo la bottiglia in luogo ben illuminato. Dopo quel tempo la nafta non è più rossa e la parte resinosa e molle trovasi deposta al fondo nella soluzione del cromato di potassa. Decantando con un sifone ottiensi una nafta quasi senza odore, perfettamente bianca e libera dalle sue impurità.

Quali sieno le principali proprietà della Nafta accennossi ed a questo articolo nel Dizionario ed in quelli Bitume di esso e del Supplemento, e però quanto qui ne diremo tenderà solo ad aggiugnere alcune notizie o particolarità a quelle ivi accennate.

La nafta, quale si estrae dal suolo od altrimenti, è di un colore giallo chiaro, e senza colore allorquando è depurata; essendo, come vedremo, pressochè affatto insolubile nell' acqua, è quasi senza sapore; l' odore che emana continuamente, ed è acutissimo, ha qualche analogia con quello dell' olio volatile di trementina; è un poco untuosa al tatto. Vedemmo nei luoghi citati il peso specifico della nafta greggia di Amiano essersi trovato di 0,836 a 19° e quello della stessa depurata, di 0,758 a 19°, o, secondo Dumas, di 0,753 a 16°. Thomson, che fece un confronto fra varie specie di nafte, trovò quanto al loro peso specifico i risultamenti che seguono. Riconobbe primieramente potersi ottenere con ripetute distillazioni dall' olio empireumatico di carbon fossile una nafta affatto simile a quella che sorge naturalmente dal suolo. Ora il peso di questa nafta, ottenuta con tredici distillazioni a 60° Fahr (15°,55 C.), gli risultò di 0,850; la stessa nafta scolorata perfettamente pesò 0,817; la nafta di Persia non rettificata pesava 0,753.

Benchè insolubile nell' acqua, le comunica tuttavia il proprio odore; solubile in ogni proporzione nell' alcole anidro, quello a 0,82, a 12° C., ne scioglie un quinto del suo peso, e quello a 0,84 un ottavo; quello a 0,835, alla temperatura di 21° C., ne scioglie un settimo del suo peso. La nafta bollente scioglie $\frac{1}{12}$ del suo peso di zolfo e gli aghi lucenti che si depongono, vanno in pezzi quando se ne ritraggono e perdono la loro lucidezza. Bollente scioglie pure da $\frac{1}{13}$ a $\frac{1}{14}$ del proprio peso di fosforo; una parte del quale col raffreddamento deponesi in gocce, od in forma polverosa; ma dopo alcuni giorni formansi nella soluzione cristalli prismatici di fosforo; scioglie pure la nafta $\frac{1}{8}$ del suo peso di iodio; non discioglie lo zuccbero, nè la gomma arabica, nè l'amido, ma bensì molte resine, come, per esempio, una di quelle della colofonia; con l' aiuto del calore scioglie $\frac{1}{100}$ appena di gomma lacca e di copale, ma non iscioglie il succino; a freddo la cera vi si ammollisce e non vi si scioglie che in piccola quantità, ma a caldo in tutte le proporzioni; scioglie pure in molta quantità la canfora. La gomma elastica a freddo vi

si ammollisce e gonfia notabilmente, come dicemmo nel Dizionario, ed appena la nafta ne scioglie $\frac{1}{2000}$ del suo peso, e solo poco più anche mediante l'ebollimentu.

L'aria e la luce non agiscono sopra la nafta, e dopo tre anni Saussure la trovò nel medesimo stato, lo che mostra la fallacia della opinione di alcuni i quali credevano che la sostanza viscosa che trovasi nella nafta dipendesse da un' azione dell' aria su quella. L'acido solforico concentrato non agisce a freddo sulla nafta, e la intacca solo debolmente mediante il calore. L'acido nitrico fumante scolorato non viene da essa colorito in giallo che con l'aiuto del calore; ma non sembra alterarla. Questa proprietà somministra un mezzo facile di scoprire se nella nafta vi abbia olio di trementina; poichè se ve ne ha questo in pochi minuti colora l'acido in bruno. Facendovi passare una corrente di cloro questo si decompune e dà dell' acido idroclorico che in parte si svolge sotto forma gassosa, e in parte rimane nel liquore che diviene fumante. Togliendo l'acido idroclorico mediante l'acqua, si ottiene un olio che somiglia alla nafta, ma è più denso, avendo il peso di 0,884, alquanto meno infiammabile, e più alterabile dagli acidi. La nafta assorbe due volte e mezza il suo volume di gas idroclorico senza alterarsi menomamente. Gli alcali caustici non si combinano ad essa ed assorbe due volte e mezza il suo volume di gas ammoniaco senza alterarsi menomamente.

La nafta svolge continuamente vapori, ed il punto cui l'azione del calore la fa bollire quando è pura può fissarsi come vedemmo nel Dizionario a 85° C. o, secondo Saussure a 85,5. Nell' articolo BITUME in questo Supplemento si disse, come, secondo altri, la nafta pura cominci a bollire a 49° C., ma possa continuare ad innalzarsene la temperatura fino ai 170°. C. Thomson, il quale forse sperimentò sulla nafta del carbone fossile od altra naturale ed impura, trovò che cominciava a bollire a 165°,4 C., e che poteva portarsene la temperatura a 177°,6 C., forse per effetto della densità che cresceva a misura che le parti più volatili e leggere si evaporavano. Giovanni Battista Venturi, negli sperimenti fatti sulle nafte naturali delle sorgenti del Parmigiano e del Modenese, notò che entravano in ebollimento verso i 150° centigradi. Il vapore di nafta alla temperatura di 22°,5 C. ha una tensione di 45 millimetri di mercurio; mesciuto con l'aria atmosferica alla temperatura ordinaria, poi portato a 22°,5, la dilata da 100 a 106,67. La densità del vapore di nafta dovrebbe essere secondo il calcolo di 2,876 ed invece vedemmo nel Dizionario come Saussure la trovasse di 2,833 alla temperatura di 22°,5 C, Thomson a 12° C. la trovò di 2,263. donde sembra potersi dedurre che la densità del vapore di nafta cresca con la temperatura notevolmente, come avviene pei vapori di acqua, di alcole e simili quando si lasciano a contatto coi liquidi che li producono.

I vapori della nafta essendo infiammabilissimi e svolgendosi di continuo da essa, ne segue essere questa sostanza assai facilmente accensibile, e nulla meglio mostra a qual punto si estenda questa proprietà della nafta, quanto gli sperimenti del Venturi che ora riferiremo, essendo importantissimi per avvertire a starsene bene in guardia queglino che volessero servirsi di tale sostanza.

Se al vapore della nafta presentasi una fiammella, ben anche lontana un piede dalla superficie del liquore, la vampa corre lungo quel vapore, e va ad appigliarsi al petrolio. Questo sperimento è stato dagli antichi amplificato in modo, che Plinio racconta la nafta prendere

il fuoco, sol che lo vegga; e Simplicio dice che come il suono d' una corda si comunica ad un' altra distante, così la nafta da lontano s' accende.

Toccando con fiaccola viva un freddo ammasso d' olio comune, di pece, di solfo, difficilmente se lo accende, e tutto al più là solo dove sia un lucignolo che arroventi ed infiammi la piccola porzione della sostanza alla quale s' applica immediatamente. Ma appena la fiaccola s' avvicina a toccare il petrolio, tutta la superficie di esso, sia pur estesa quanto si voglia, prende fuoco in un momento.

Versato il petrolio in un vaso di conveniente ampiezza, ed acceso, poi versatavi sopra a replicati getti l' acqua in dose anche maggiore del petrolio, quella se ne va sotto, e questo prosegue a bruciare, come se l' acqua non fosse stata gettata. Invertita l' esperienza, cioè gettando il petrolio acceso sull' acqua, essendo più leggero, vi galleggia sopra, e continua ad ardere come prima.

Nell' uno e nell' altro caso, quando il petrolio è vicino ad essere consumato, incominciano a sentirsi scrosci nell' acqua, ed a vedersi sprizzi nell' aria, poichè la la fiamma comincia ad agire sull' acqua sottoposta.

Se sopra una tela od un legno si getta petrolio acceso, questo dilata ampiamente la fiamma sul corpo da lui investito. Se su questa fiamma si versa poscia dell' acqua, ne smorza bensì al momento qualche porzione; ma l' acqua non può attaccarsi ad un corpo oliato e ne sfugge via; inoltre rimane sempre nel soggetto attaccato dal petrolio ardente qualche punto non estinto dallo spruzzo dell' acqua, questo ravviva tosto la fiamma nelle parti sulle quali l' acqua non aveva fatto che scorrere superficialmente, sicchè per queste ragioni quel corpo torna ben presto a bruciare con la forza di prima.

Bensì è vero, ciò che pure asseriscono gli antichi, vale a dire che la sabbia gettatavi sopra lo soffoca, purchè sia in tale quantità da toglierv i l' aria; poichè non iscorre via come l' acqua, ma s' attacca pertinacemente all' oggetto, comunque oliato ed acceso.

Se pertanto congiungansi insieme nel petrolio la facilità estrema di accendersi e la pervicacia nel continuare la fiamma, non faranno sorpresa i funesti casi, frequentemente avvenuti a chi lo maneggia con imprudenza. Una donna teneva, non ha molti anni, la lucerna accesa fra le mani, frattanto che il marito volle mettervi petrolio; questo divampò, ed ella atterrita versò la lucerna sui proprii panni, che arsero e tutta l' abbrostirono di gravi scottature, non ostante che sulla infelice gettatasi a terra si versasse molta acqua. Morto essendo un povero uomo che solèva recare attorno il petrolio per venderlo, la sua veste bisunta e fetida di tale mercanzia avendo per caso preso fuoco, non si potè con acqua gettatavi sopra estinguer mai, sinchè non rimase interamente consunta.

Plutarco, meglio degli altri antichi, ragionò del petrolio. Narra che Alessandro in Oriente ammirò la nafta, la quale ha tanta simpatia col fuoco, che prima di toccarlo s' accende, infiammandosi l' aria interposta. Per dimostrargliene la forza ne unsero ben bene le strada che metteva al padiglione di esso, poi di notte vi posero fuoco da un capo; in un momento la fiamma corse all' altro capo, e la strada tutta arse d' un lume continuato. Ne unsero un giovinotto, che fu tutto investito dalle fiamme; per buona sorte era nella camera del bagno, dove con grande quantità d' acqua potè a grave stento salvarsi, ma ne rimase mal concio. Alcuni, riducendo la favola al vero, dicono che questo fosse il veleno col quale Medea unse

la decantata corona è la veste, le quali non da sè preser fuoco, ma avvicinate alla fiamma rapidamente l'attrassero. »

La facoltà di ardere nell' acqua non è però così propria e particolare al petrolin, che non si trovi in altre materie fluide infiammate. Chi lo voglia, può fare di ciò un periglioso esperimento, se sopra un paiuolo d' untume acceso si arrischii di gettare una o due mestola d' acqua: o questa va al fondo, e lascia la materia ardere alla superficie come prima; o nel toccare le pareti infiammate si converte in vapore e lancia spargendole per l' aria più vive e minacciose le fiamme. È nota la storia dell' incendio avvenuto l' anno 1789 ad un magazzino d'olio in Venezia, ove, rotti essendosi i vasi che lo contenevano, l' olio acceso scorse lungo i vicini canali, e su questi continuò l' olio ad ardere, portando l' incendio a case distanti 405 piedi dal magazzino dov' erasi manifestato.

Il miscuglio che ottiensi quando si lascia la nafta depurata volatilizzarsi nell' aria e mescervisi in certe proporzioni arde come il gas oleifico; ma non detona, neppure quando se lo fa attraversare dalla scintilla elettrica. Se però vi si aggiugne un poco d' idrogeno, od una maggiore proporzione di ossigeno, il miscuglio, non solo può venire acceso dalla scintilla elettrica, ma dà una detonaziona così violenta che gli eudiometri più forti non vi resistono. La nafta arde con fiamma bianchissima producendo. però molto fumo e fuliggine, senza lasciare alcun residuo, consumando 14 volte il proprio volume di ossigeno, secondo Saussure. Al calore rovente si decompone producendo del carbone, dell' idrogeno più o meno carbonato ed un olio bituminoso il quale tiene in soluzione molto carburo d' idrogeno solido, che può ottenersi cristallizzato con una distillazione fatta a 35° C. Facendo passare i vapori di nafta attraverso un tubo di porcellana arroventato, si ottiene un carbone dotato di lucidezza metallica che rimane nel tubo, ed un olio pirogenato mesciuto con carbone e con una sostanza solida e volatile. Questa si volatilizza a 35° e sublimasi in tavole romboidali, trasparenti, analoghe ai cristalli che danno l' olio e l' etere sottoposti alla medesima esperienza. Finalmente i vapori di nafta producono anche del gas carburo tetraidrico, ma senza indizio di acido carbonico o di acqua.

La composizione dell' olio di nafta venne esaminata da Teodoro di Saussure. Fece evaporare 94,5 milligrammi di olio di nafta in un grande eccesso di ossigeno; aggiunse a questo miscuglio un piccolo volume esattamente conosciuto di gas idrogeno, ed infiammò il miscuglio con la scintilla elettrica. Trovò che, detratto l' ossigeno assorbito dal gas idrogeno, l' olio di nafta aveva richiesto per la sua combustione 217,7 centimetri cubici di ossigeno, de' quali 153,9 avevano prodotto dell' acido carbonico; mentre gli altri 63,8 eransi convertiti in acqua. Questi 153,9 centimetri cubici di gas acido carbonico contengono la metà del loro volume di carbonio, ed i 63,8 volumi di gas ossigeno corrispondono ad un doppio volume d' idrogeno, per formare dell' acqua. Dietro ciò, la relazione fra il volume di carbonio e quello d' idrogenu è $= 77 : 128$, o in altri termini $= 3 : 5$. Ne segue che la composizione dell' olio di nafta può essere espressa da $C^3 H^5$; che il peso del suo atomo è 260,51; e ch' è composta in centesimi di 88,02 di carbonio, e 11,98 d' idrogeno. Ammettendo che 3 volumi di carbonio e 5 volumi d' idrogeno si sieno condensati in un volume per produrre quest' olio, si trova col calcolo che la densità del suo vapore è 2,872. Or già ve-

demmo che Saussure l' ha trovata di 2,833.

Thomson che analizzò la nafta col deutossido di rame, la trovò composta di 13 atomi 9,75 di carbonio e 14 atomi 1,75 d' idrogeno, sicchè 11,50 rappresenterebbe secondo lui il peso della particella integrante della nafta.

Pelletier e Walter trovarono 1.° la nafta nativa non essere una sola sostanza, ma formata d' una materia solida e di varie sostanze oleose; 2.° la materia solida essere la paraffina che vi si trova già formata; 3.° che le sostanze oleose sono idrogeni carbonati, fra i quali se ne possono distinguere tre definiti e caratterizzati dei quali si è stabilita la composizione, e sono: la nafta che può rappresentarsi con la formula $C^{28} H^{26}$. La densità del vapore è di 3,39 col calcolo e di 3,40 con la esperienza; la *naftena* $C^{32} H^{32}$. La densità del vapore 3,92 e 4 con la esperienza; questo corpo dà il quarto termine della serie degli idrogeni carbonati, cominciando dal metileno e finendo pel *ceteno*, cioè $C^{4} H^{4}$ metileno; $C^{8} H^{8}$ gas olefico; $C^{16} H^{16}$ gas d' olio; $C^{32} H^{32}$ nafteno $C^{64} H^{64}$ ceteno; che il *naftolo* può essere rappresentato da C^{48}, H^{44} densità = 5,6; che il naftolo, e massime il nafteno, formano col cloro, con l' iodio, e col bromo composti che meritano di fissare l' attenzione dei chimici; la nafta nativa, a cagione dei prodotti che se ne traggono, è da guardarsi come derivata dalla azione di un calore abbastanza forte sopra materie organiche probabilmente vegetali; ma si può assicurare che la temperatura che lo produsse non passò mai il rosso ciliegio.

Gli usi della nafta sono molti e diversi. Nei contorni di Bakù ove abbonda, come dicemmo, impastatasi con essa la terra, e senz' altra preparazione, copronsi con questa alcune case e se ne fanno terrazzi impermeabili. La nafta nera che ivi si raccoglie e consumasi quasi tutta nel paese, si adopera per ugnere gli otri, le sale dei carri od altro, e parimenti usasi con vantaggio per untume nelle macchine la nafta impura ottenuta con trivellazioni in Francia nel Dipartimento del Basso-Reno (pag. 268). Nella Svizzera adoperasi per untume la specie di pietra minerale che rimane dalla seconda distillazione del petrolio di Travers. Come si è veduto nel Dizionario, gl' Indiani impiegano la nafta per la preparazione di certe vernici, ed il Kenferio narra in tale proposito che aggiungesi alla vernice fatta d' olio di lino e di sandracca, e che si fa molto spumeggiare questo miscuglio prima di applicarlo. Fa parte della vernice nera dei doratori, e si assicura potersi in molte arti sostituire alla essenze di trementina, massime nella pittura. Si può adoperarla per inzupparne la carta e renderla trasparente per lucidare, avendosi il vantaggio di potersi far evaporare con leggero calore e tutta la nafta dopo eseguito il disegno, tornandosi la carta allo stato opaco suo naturale e bianca in guisa da potersi acquerellare. All' articolo BITUME nel Dizionario, accennossi come si adoperi la nafta per conservare il potassio ed altri metalli simili avidissimi dell' ossigeno, alcuna parte del quale non si contiene in quel liquido: quando il vaso mantiensi otturato, il metallo alcalino non vi si altera menomamente; ma se si lascia penetrare l' aria nell' interno, la nafta, al pari d' ogni altro liquido, ne assorbe una certa quantità, ed allora il potassio si ossida e scapito dell' aria e si riveste di una croste densa, giallo-brunastra, insolubile nella nafta, che è una combinazione della potassa con la nafta, ossidatasi, forse per la influenza dell' alcali.

Altre proprietà importanti però della nafta e che la rendono utilmente applica-

bile sono la molta sua infiammabilità, e la luce che può dare per la grande quantità di carbonio che contiene unito all'idrogeno. Si disse in vero nel Dizionario come i vapori di essa che emanano in copia dai terreni ove si trova si adoperino per cuocere le vivande e farne calce, lo che si ottiene raccogliendo questi vapori, dirigendoli e concentrandoli mediante tubi di terra. Non vi ha dubbio che la nafta anche greggia non potesse riuscire un ottimo combustibile, sola o mesciuta con carboni fossili, magri, con lignite, con torba o con altre somiglianti sostanze, ove il prezzo di essa fosse meno elevato e dove non potesse valere ad altri usi in sostituzione di materie assai più costose di quelle combustibili semplicemente. Gli Indiani adoperano la nafta più nera ed impura per bruciarla nelle lampane, ove, come già dicemmo, parlando delle sue proprietà, dà una luce buona e fissa, ma accompagnata da denso fumo e fuligginoso, a meno che non si abbruci con grandi cautele, ed anche allora la menoma corrente d'aria che dirigasi contro la fiamma fa tosto comparire un fumo nero e denso, inoltre manda un odore molto ingrato. È pure un inconveniente da non trascurarsi per la diffusione dell'uso dalla nafta nella illuminazione, la sua grande infiammabilità ed i pericoli che ne possono venire. Riferimmo più addietro un esempio di tali sventure (pag. 273), ed un altro qui ne riferiremo accaduto recentemente nell'Inghilterra nel villaggio di Longsight. Un certo Holt, bottegaio stava apparecchiandosi ad accendere le lampane alimentate con nafta di una cappella vicina alla di lui casa. Recossi a tal fine in cucina, e prese un poco di nafta da un vaso di stagno con turacciolo che poteva contenerne circa un gallone (4$^{lit.}$,2) versandola io una fiala per portarla seco alla cappella. Essendo però entrata in quello la sorella di lui con una candela accesa, la nafta infiammossi e scoppiò con ispaventoso rumore, riempiendo la cucina di fiamme, onde rimasero investiti miseramente Holt e la sorella di lui. Il primo, nel terrore di vedersi ardere le vesti, slanciatosi in una vinzza posesi a gridare soccorso, ma rimase in molte parti gravemente scottato. Sembra probabile, riflettendo alla forza dello scoppio prodottosi, che una parte della nafta si fosse vaporizzata pel calore della cucina, e mescendosi all'aria di essa avesse formato un gas infiammabilissimo, il quale si accese tosto che venne in contatto con la fiamma della candela. Questa eccessiva facilità d'infiammarsi mostra con quante precauzioni avrebbesi a tenere e maneggiare tale sostanza quando l'uso se ne diffondesse.

Quanto ai vantaggi economici della nafta bruciata nelle lampane comuni sono questi pure per lo meno assai dubbii, come lo mostreranno gli sperimenti di confronto che seguono, fatti da Fyfe. Lo aspetto dell'ombra che produce la nafta è così diverso da quello dell'ombra che dà il gas d'illuminazione, che non fu facile determinare la forza illuminante relativa, e quindi fare un confronto fra le due maniere di illuminazione. Adoperò il Fyfe in queste esperienze un becco a gas all'Argand, il quale consumava 112 decimetri cubici all'ora. La lampana per la nafta aveva un lucignolo largo 0^{m},01, e bruciava con una fiamma alta circa 12 millimetri. In una delle prove fatte trovò che la facoltà illuminante delle fiamme era 1 per la nafta e 4,233 pel gas; in un'altra stava come 1 a 4,239, cioè, a termine medio, come 1 a 4,236. Il consumo della nafta fu di mezzo litro in 24 ore al prezzo di 62 centesimi. Il gas consumato nello stesso tempo costò un franco; ma la sua luce essendo stata come

4,236 a 1, la spesa fu nella relazione di 2,2 a 1 circa, o di 2 a 1, supponendo che siasi valutato troppo forte la forza del gas in confronto a quella della nafta e che sia nella proporzione di 4 ad 1. Per questa varie ragioni la illuminazione con la nafta nelle lampane comuni venne abbandonata generalmente, ed anche nelle città di Parma e di Genova che si dissero illuminate a tal modo agli articoli Nafta e Bitume nel Dizionario, limitossi ad una prova non seguita da pratica applicazione, sicchè l'uso se ne limite ai poveri dei paesi donde si tragge la nafta. Non è tuttavia da tacersi come J. Hecker amministratore delle miniere di Trusskawetz in Gallizia, abbia osservato che la nafta arde meglio dell' olio nelle miniere dove avvi un' aria viziata, continuando ad ardere anche quando il primo più non lo potrebbe e nuocendo meno alla salute degli operai.

Se però l' uso della nafta nelle lampane comuni era inammissibile affatto nell' interno delle case ed altresì poco utile nelle strade, rimaneva a vedersi se i difetti fossero inevitabili, o se vi si potesse riparare con opportune disposizioni, e per ciò si imaginarono lampade di forma particolare per questo oggetto, e la importanza economica grandissima che avrebbe questa sostituzione agli olii, alla cera e simili, ne induce a riferire quanto di più interessante si fece finora in tale proposito, benchè non sembri ancora compiutamente raggiunta la meta, nella speranza che possano i fatti tentativi mettere sulla via di perfezionamenti ulteriori.

Non ripeteremo qui ciò che si è detto agli articoli Fiamma ed Illuminazione di questo Supplemento (T. VIII, pag. 257. T. XIII, pag. 134), intorno alle cagioni che rendono luminosa la fiamma, limitandoci a ricordare come venga il bagliore di essa da molecole di carbonio sospese e portate alla incandescenza, sicchè se queste sono troppo scarse diffondono poca luce, se troppo abbondanti raffreddano troppo la fiamma, possono divenire roventi, ma non portarsi alla incandescenza, sfoggono in parte alla combustione, e danno una fiamma rossiccia, fuligginosa. Ora gli olii essenziali a basso prezzo di cui la nafta forma il principale elemento, peccano appunto di quest' ultimo difetto, cioè abbondano troppo di carbonio.

Due mezzi presentansi per riparare a tale inconveniente: 1.° mescere a queste essenze molto carburate altri liquidi combustibili poco carburati, in guisa che la scarsezza dell' uno compensi l' eccesso dell' altro; 2.° di far giugnere sulla fiamma di esse una quantità d' aria bastente perchè non possa deporsi l' eccesso di carbonio sfuggendo alla combustione e formare nero fumo, ma abbia a bruciare nella fiamma combinandosi con l' ossigeno dell' aria che affluisce nella quantità più opportuna. Questi due mezzi ebbero poi un grande aiuto nella vaporizzazione o gassificazione del liquido comburente solo o mesciuto, i carburi d' idrogeno analoghi più o meno alla nafta essendo volatili a varii gradi. Ci occuperemo innanzi a tutto del primo di questi mezzi.

Abbiamo veduto all' articolo Lampana in questo Supplemento (T. XVI, pagina 178), come fino dal 1832 si costruissero in America, e di là si introducessero e diffondessero in Europa, lampane per bruciarvi un nuovo combustibile cui diedesi i varii nomi di *gas liquido*, di *idrogeno liquido*, o di *gassogeno*, secondo i varii fabbricatori o secondo la specie di lampane in cui si avesse a servirsene. Questa idea però di unire ad un corpo qualunque troppo carburato un altro poco carburato, come l' alcole, il metileno o spirito di legno, o l' etere, per averne

un miscuglio, che potevasi dire *alcoolato*, capace di bruciare con fiamma bianca e non fuligginosa, questa idea, era ben lungi dall'essere nuova. Gli olii essenziali che possono adoperarsi per fare il miscuglio sono quelli di trementina, di catrame di carbon fossile, di nafta, di petroliu, di schisti, di resine. Affinchè per altro i due liquidi possano mescersi intimamente e sciogliersi a vicenda, conviene che l'alcole sia quasi puro, e segni sull'alcoometro 98 centesimi, e che la essenza sia anidra ed abbiasi rettificata sopra la calce: senza queste condizioni il miscuglio non succede. Se rimanesse nell'uno dei due liquidi una certa proporzione d'acqua, ben tosto si separerebbero, e collocandosi nella lampana secondo che si conveniste al loro peso specifico, brucierebbero l'un dopo l'altro necessariamante, ottenendosi due fiamme molto diverse e inopportune tanto l'una che l'altra. Quella dell'alcole acquoso sarebbe d'un azzurro pallido e senza vivacità; quella dell'olio essenziale riescirebbe fuligginosa e rossastra.

Premesse queste avvertenze sulla preparazione degli alcoolati, e rimettendo a quanto dicemmo in addietro per la depurazione della nafta (pag. 270), ed all'articolo OLIO *essenziale* per ciò che riguarda le altre sostanze, esamineremo dapprima quali sieno gli apparati da impiegarsi, poscia vedremo quali sieno i vantaggi e gli inconvenienti del metodo per sè stesso, finalmente lo considereremo sotto l'aspetto economico.

L'apparato di combustione è una lampana composta soltanto di un serbatoio in cui è tuffato un lucignolo di cotone non torto; la cima superiore di questo lucignolo sporge al di sopra del serbatoio, come nelle lucerne ad olio più semplici e dozzinali. Tale si è la disposizione quando la lampana non dee dare che poca luce per servire di lumicino, o simili. Quando però vogliasi molta luce, che è il caso più generale, tiensi il lucignolo più basso della sommità del becco, adottandosi quella disposizione che vedesi disegnata nella fig. 2 della Tav. XXXIX della *Tecnologia* di questo Supplemento, e che venne descritta all'articolo LUCERNA (T. XIX, pag. 214). Quella prima forma era però molto imperfetta, non permettendo di regolare la fiamma; quindi molti occuparonsi del perfezionamentu di essa, e fra questi il francese Robert i cui lavori meritano speciale ricordo.

Osservò primieramente che per ottenere una costante regolarità in questa illuminazione era duopo adottare per le dimensioni dei becchi una esatta e generale uniformità, e pel liquido una composizione sempre identica quanto alle proporzioni di carbonio, di idrogeno e di ossigeno, qualunque fossero del resto le materie componenti questo gassogeno, imperocchè quel becco che riuscirà benissimo con un dato liquido, non darà più lo stesso buon effetto se mutasi il liquido che lo alimenta e viceversa. Robert fu dei primi ad osservare che per avere la miglior combustione possibile l'alcole doveva esser puro, e la essenza ben rettificata e quanto più pura era possibile; che una quantità d'acqua anche piccolissima introdotta nel miscuglio poteva modificare l'essenza del composto, produrre particelle di corpi resinoidi solidi ed ostruire gli apparati; fu dei primi a supporre che lo spirito di legno potesse sostituirsi all'alcole nella preparazione del liquido gassogeno, e che si potessero sostituire altre essenze a quella di trementina.

Dove però introdusse le più importanti innovazioni fu nella forma stessa dei becchi. Nelle lampane da lui costruite il vapore infiammabile, prima di giugnere ai forellini donde sfugge, circola in uno spazio anulare fra due tubi concentrici, l'e-

esterno dei quali è riscaldato direttamente dalla fiamma del becco e forma una specie di storta dove il vapore subisce una decomposizione, e convertesi in parte se non al tutto in vero gas. Questa disposizione vedesi nella fig. 1 della Tav. XLIII delle *Arti chimiche*, nella quale B è il lucignolo; il vapore formatosi nella capacità A H s'innalza nel tubo C, ridiscende nello spazio anulare D, va nella capacità E e sfugge pei fori F. Lo spazio E impedisce che il calore trasmettasi direttamente alla capacità A, ed evitando così che si aumenti la tensione e lo svolgimento del vapore procura alla fiamma un'assoluta immobilità; questo spazio E medesimo poi e quello D percorso dal vapore fanno l'offizio di depuratori, deponendosi colà i corpi estranei e quelle parti del liquido che potessero venire trascinate nella distillazione.

La fig. 2 rappresenta la maniera ingegnosa imaginata da Robert per ispegnere la lampana evitando che si diffonda vapore nell'aria. Un'asta K che termina con un piccolo bottone, trasmette al tubo B G un movimento longitudinale a spirale ad un tratto: ora questo tubo conduce il cono E, il quale si abbassa quando si vuole e chiude l'orifizio di uscita del vapore, quando occorre spegnere la lampana; A è la corona che porta il camino di vetro. La condizione del movimento anzidetto è indispensabile per aprire il tubo quando vi si trovano alcuni residui; è prodotto da due piccoli pezzi solidi e semplici, vale a dire una forcella ed un dente, la cui forma permette di ritrarre il tubo nel caso che ciò sia utile, e impedisce che esca pel tratto di movimento pel quale dee dipendere dall'asta K.

Si può altresì modificare questo becco a quel modo che vedesi nella fig. 3 per poter governare la fiamma e regolarla dalla luce più forte a quella di un piccolo lumicino. Spegnesi questo becco senza odore e non ad un tratto, lo che permette di lasciare una stanza senza trovarsi all'oscuro, neppure dopo avere girato il bottone per ispegnere la lampana. Le disposizioni di esso si fondano sul principio che il tubo D che trasmette al liquido contenuto nel becco il calore ricevuto dalla fiamma che lo circonda e che è indispensabile alla vaporizzazione, ne trasmette tanto più quanto è più estesa la superficie che presenta a questa fiamma. Girando il bottone, col meccanismo stesso del becco precedente, si fa salire o scendere il tubo N e la parte superiore del becco V F, lo che accorcia più o meno la parte del tubo D riscaldata dalla fiamma, e lascia questa fiamma stessa più o meno lunga. Quando tutto il tubo D è annicchiato in quello V, il becco più non riceve calore, e la fiamma spegnerebbesi istantaneamente se pel calore acquistato non seguitasse a vaporizzarsi ancora un poco di liquido; questo calore tuttavia si esaurisce ben tosto, e con esso termina la produzione del vapore e della fiamma, e ciò, a quanto dice il Robert, ma che sembra difficile a credersi, senza che esali odore alcuno. Considerando la disposizione di questo becco si vede che in esso rallentasi la vaporizzazione e quindi la combustione non solo diminuendo la parte del tubo D esposto alla fiamma, ma allontanando la fiamma stessa dal livello del liquido. Il tubo D in tal caso dev'essere di platino, poichè qualsiasi altro metallo si ossiderebbe o sbiecherebbe per modo che non combacerebbe più esattamente col foro pel quale passa, mentre invece il platino chiude perfettamente. L'alto prezzo del platino aumenta di 10 franchi il valore del becco regolatore, pel che questa disposizione è meno diffusa della precedente. Sarebbe utile provare a fare questo

tubo con buona argentana, la qual lega, dietro prove fatte, resiste benissimo a fuoco forte e continuato.

Veniamo adesso al calcolo economico di questa sorta d' illuminazione.

La lampana, attesa la sua disposizione e gli ornamenti onde seppero abbellirla i fabbricatori ed ai quali si presta benissimo, forma un piccolo apparato di lusso, non senza grazia e di bella apparenza, che eccita anche la curiosità, e per la trasparenza del serbatoio che è quasi sempre di cristallo, e per la gassificazione del liquido. Ebbe quindi qualche voga; ma ciò non basta per costituire un metodo d' illuminazione veramente utile in ogni caso ed economico. La fiamma è in vero bianca a dovere, non dà fuligine e poco o nulla di odore, e il lucignolo nascosto nel becco può servire per varii giorni senza bisogno di mutarlo nè di maneggiarlo ogni giorno, come per le lampane ad olio, bastando, dietro quanto dice Robert, mutarlo ogni otto giorni; finalmente nell' accomodare queste lampane non si corre pericolo di insudiciarsi come con l' olio. Inoltre quest' ultimo contenendo sempre mucilaggini non volatili che ostruiscono il lucignolo, ne risulta che coi becchi ad olio dopo alcune ore d' illuminazione vi ha sempre uno scemamento d' intensità di luce senza che scemi la spesa, lo che col liquido gassogeno non succede. Deesi pure mettere a calcolo, a vantaggio di quest' ultimo, il più alto prezzo delle buone lampane ad olio, i riattamenti e la manutenzione che esigono, e la impossibilità di aver buon effetto regolare da una lampana che si adoperi di raro a motivo della alterazione che produce l' azione ossidante dell' aria sull' olio, il quale brucia in allora producendo un carbone difficile a bruciarsi che ostruisce i pori del lucignolo.

Sfortunatamente a questi vantaggi vi sono però da contrapporre inconvenienti che dobbiamo accennare volendo essere giusti e imparziali. È primieramente da noverarsi l'odore inevitabile del miscuglio liquido, dovuto all' olio essenziale e così permanente che se accade che si rovesci una lampana od una certa quantità di gassogeno in una stanza, non si può abitarvi e deesi lasciarla un giorno almeno vuota. Inoltre è incomodo il bisogno di avere in casa la provvigione di una certa quantità del liquido, che non si trova con facilità dovunque come l'olio. Finalmente il liquido essendo molto volatile ed infiammabile, e potendo anche accendersi a qualche distanza se la temperatura è un poco alta per la facilità con cui si vaporizza, presenta pericoli d' incendio, massime con la poca prudenza e cautela che hanno, in generale i domestici. Questi pericoli sono molto analoghi a quelli che notammo già per la nafta pura. In fatto una signora che stava lavorando ed aveva sul tavolo una di queste lampane, la rovesciò a case in modo che si spezzò. Il liquido che usciva dal serbatoio infiammossi e venne a bruciare la infelice che, trovandosi sola e spaventata, si perdette d' animo, e morì dopo atroci dolori. Questo pericolo d' incendio è il più grave obbietto che si possa fare a questa maniera d' illuminazione.

Per diminuire i pericoli nel travasamento del liquido Robert imaginò un beccuccio ingegnoso; il manico del vaso è cavo ed apresi con la cima superiore al di fuori vicino al collo del vaso e con la cima inferiore verso la metà del vaso medesimo, cosicchè a misura che questo si vuota pel collo, l'aria vi entra pel manico, evitandosi così il gorgoglio che si produce ordinariamente nel collo, e che agitando il liquido fa che se ne diffondano maggiormente i vapori. Per scemare il rischio d' incendio gli orifizii sono coperti di tele metalliche, cosicchè il fuoco non possa mai giungere fino al liquido del vaso.

In ciò che si disse finora si suppose tuttavia un liquido bene composto e rettificato quanto all' olio essenziale; ma si dee convenire che finora i mercanti di gassogeno non sempre danno un liquido normale per forza illuminante e purezza. Il metileno, per esempio, non è sempre scevro di etere che si acidifica facilmente e può attaccare il metallo della lampana. Molti pure pretendono che alcune varietà di gassogeno dieno con la combustione molto ossido di carbonio, sostanza nociva assai alla salute.

Quanto alla parte economica si è veduto all' articolo Lampana (T. XVI di questo Supplemento, pag. 179) riuscire il liquido gassogeno a pari luce assai più costoso dell'olio, ed a quel medesimo articolo (pag. 225 e 226) si riferirono le sperienze fatte in proposito da Karmarsch ed Heeren che conducono allo stesso risultamento. In vero la forza illuminante delle lampane gassogene, dipende dalle proporzioni del becco e dalla quantità di liquido consumata. A Parigi il liquido gassogeno costava mesi fa 1fr.,50 al litro, ed una lampana a sette fiammelle alimentata con esso, e che dà una luce uguale a quella di una buona lampana Carcel, consuma all' ora 8 centesimi di liquido, o circa 60 gramme, ciò che è molto più costoso della illuminazione ad olio.

Rimane a vedersi tuttavia se questo prezzo possa modificarsi notevolmente, e prenderemo ad esempio di un tale esame i calcoli fattisi relativamente alla città di Parigi. A termine medio l' alcole rettificato al grado necessario per la soluzione dell'olio essenziale, ivi costa 70 franchi all' ettolitro, e, quando la raccolta dei vini è poco felice, giugne talora anche a 90 franchi; ma per la città di Parigi conviene aggiugnere i dazii d' ingresso e di consumo, i quali per Parigi giungono a 80fr. all' ettolitro, sicchè da ultimo un ettolitro d' alcole vale ivi 150 franchi. L' ettolitro d' olio essenziale a circa 25 gradi, qualunque siane l' origine, può valere oggidì nel commercio 75 franchi. Dovendosi computare che adoperinsi per comporre il liquido gassogeno 2 volumi di alcole ed uno di olio essenziale, il miscuglio viene a costare 125fr. all' ettolitro, e si vende a 150fr., lo che lascia 25 franchi di guadagno al fabbricatore.

I fabbricatori di alcoolati ed i proprietarii di vigneti domandarono in Francia la esenzione dai dazii d' ingresso e di consumo per l' alcole destinato a questa illuminazione, snaturato in guisa da renderlo inetto a bersi. Le camere trovarono giusto il reclamo, lasciando al governo la cura di fissare con una legge di pubblica amministrazione le condizioni e le basi dello snaturamento dell' alcole destinato alle arti. La Società d' incoraggiamento eccitò i chimici a trovare i mezzi più opportuni per alterare l' alcole, e fra i varii indicatisi a questa Società da Payen nella adunanza del 27 dicembre 1841, il più semplice fu quello di mescere nell' alcole 0,05 di olio essenziale di catrame del carbon fossile, che, come vedemmo, è una specie di nafta. Assoggettatasi la quistione al comitato consultativo delle arti e manifatture, non considerò bastante questo metodo a impedire la rivivificazione dell' alcole in guisa da renderlo bevibile; perciò il governo propose di scemare di 25 franchi all' ettolitro il dazio dell' alcole così alterato, valutando a 30 franchi le spese necessarie pel rivivificamento. Robert annunziò in vero di possedere un mezzo di snaturare l' alcole compiutamente, il quale proponevasi di pubblicare, riservandosi la fabbricazione della materia alteratrice; ma questo metodo non sappiamo che siasi fatto conoscere finora.

Pertanto, stando ai mezzi fissati dal governo per lo snaturamento dell' alcole, os-

serveremo cha il liquido contiene troppo olio essenziale di carbon fossile per servire alla maggior parte delle preparazioni per le arti. È bensì vero che lo scopo precipuo cui destinasi questo liquido è quello della illuminazione; ma per tal fine la diminuzione del dazio non è tale da porlo al caso di lottare efficacemente contro l' olio.

Non può celarsi avervi in tale quistione involuti molti interessi importanti e complessi. In vero il liquido gassogeno, ed altri equivalenti, per la loro novità, pegli inconvenienti dell'acuto loro odore e della facile accendibilità, non possono sperare di volgarizzarsi se non che quando presentino molta economia in confronto dell' olio. Se però si rendesse comune, la fabbricazione dell' alcole si estenderebbe assai più, ciò che non solamente gioverebbe ai paesi viniferi, ma aumenterebbe l' uso di altre materie capaci di dare dell' alcole, come le barbabietole e le patate, scemando probabilmente la cultura delle piante oleaginose. D' altra parte si osserva che i sevi e gli olii indigeni della Francia non bastano ai consumi di essa, essendo molto considerevole l' annua importazione di queste sostanze, che quindi non si nuocerebbe in verun modo alla coltura nazionale permettendo che si sostituissero gli alcoolati a queste materie per l' illuminazione che traggonsi dall' estero. Deesi però avere anche riguardo agli interessi del tesoro, essendo necessario che non si possa defraudarlo di una parte dei dazii sull' alcole da bersi. Finalmente occorre mantenere l' uguaglianza di dazii fra le varie sostanze che servono alla illuminazione.

Stando adunque sempre all' esempio di Parigi, i dazii d' ingresso ivi sono:

di 22$^{fr.}$,00 ogni ettolitro d' oliu
11 ,00 detto di essenza di tremeotina
0 ,33 detto di carbon fossile
3 ,30 ogni 100$^{chil.}$ di sevo
8 ,25 detto di candele steariche.

La equità vuole adunque che se si sopprimono o ribassano i dazii sull' una di queste sostanze facciasi lo stesso altresì per le altre. Sorgono pertanto quistioni economiche piuttosto che tecniche, e la cui discussione esce dal nostro piano. Basterà averle indicate. Sembra però che difficilmente i fabbricatori d' alcoolati potranno raggiugnere la meta, essendo sempre ardua cosa l' ottenere un alleggerimento anche in circostanze e bisogni speciali. Fino ad ora è certo che l' alcoolato o gassogeno è aggravato a Parigi da un dazio di 50 centesimi almeno al litro; ed a questo prezzo gli è impossibile di gareggiare con l' olio, neppure cul ribasso di 25 franchi per ogni ettolitro d' alcole. La illuminazione di cui si tratta è adunque finora un oggettu di lusso soltanto.

Alcuni chimici, ad uggetto specialmente di evitare l' obbietto dei dazii, immaginarono di sostituire all' alcole l' etere, e quellu solforico precipuamente, e Bodson e Gaugier chiesero un privilegio a tal fine. Risparmiando i dazii sembra che l' etere avesse a riuscire a miglior mercato dell' alcole; ma finora il fisco fecesi pagare il miscuglio di etere e di olio essenziale come quello con l' alcole.

Altre invenzioni e perfezionamenti vennero proposti e fatti per le lampane a

gassogeno, e pei liquidi che vi s' impiegano; ma ci siamo limitati a parlare di quelli che avevano ottenuta la sanzione della pratica. Non abbiamo fatto alcun confronto fra la illuminazione cogli alcoolati e quella a gas, imperciocchè non possono certamente stare in alcun modo a petto di quello. Crediamo finalmente che il metodo d' illuminazione col gassogeno, troverà ben presto un confronto arduo da superare nell' uso degli idro-carburi liquidi od olii essenziali puri, del quale adesso ci occuperemo.

Abbiamo detto in addietro (pag. 277) che il secondo dei mezzi propostisi per far bruciare senza fumo gli olii essenziali, consisteva nel far giognere sulla fiamma da essi prodotta una quantità d' aria sufficiente, perchè l'eccesso di carbonio non possa deporsi sfuggendo alla combustione e formare del nero-fumo, ma debba bruciare nella fiamma, combinandosi all' ossigeno dell' aria che affluisse in quantità sufficiente. All' articolo Illuminazione (T. XIII di questo Supplemento, pagina 140) riferimmo gli sperimenti fatti in proposito da chi compila quest'opera mediante candele cave di colofonia, e da altri con lampane. Invece però di far giugnere sulla fiamma una sufficiente quantità d' aria si può anche mescere il vapore della essenza con aria, quindi accendere il miscuglio. Questo secondo spediente è in vero più economico di quello cogli alcoolati, il quale da ultimo riducesi a mescere alla essenza una sostanza poco carica di carbonio, aumentando la spesa e scemando la intensità della luce: vedremo in appresso se sussista la stessa superiorità eziandio nella pratica. Per le materie solide o poco volatili, conviene sempre attenersi a dirigere comunque gran copia d' aria sulla fiamma, come dicemmo nel luogo sopraccitato per la colofonia; ma qui dobbiamo occuparci della nafta soltanto e degli olii essenziali di cui forma la base principale.

Il far bruciare sole e senza fumo le essenze di carbon fossile, di schisto o di trementina, era un problema di grande importanza a risolversi, avendovi gravi difficoltà a superarsi, e grandi vantaggi a sperare. Quindi molti si scoraggiarono, poichè dei molti che se ne occuparono solo pochi potremo citare, i quali sieno giunti ad effetti importanti, con una lunga fermezza e costanza.

Non intendiamo fare qui la storia di tali ricerche, lo che sarebbe eziandio molto difficile, ma parlare dei risultamenti più o meno compiuti cui si giunse finora. È primieramente da osservarsi però esservi varie sorta di olii essenziali provenienti dalla stessa sostanza: distillando il carbone fossile, od il catrame di esso, o gli schisti, i primi a svolgersi sono gli olii più volatili, più fluidi, più leggeri; la loro fluidità e leggerezza scemano a misura che la distillazione progredisce e gli ultimi prodotti volatilizzabili sono quasi viscosi e si rapprendono raffreddandosi in forma di grascie, abbondando di naftalina e di paraffina. Senza qui estenderci maggiormente su tale argomento, del quale si è anche fatto parola in addietro, noteremo che gli olii di carbon fossile o di schisto, dei quali parleremo in appresso, suppongonsi della densità di circa 0,84 sicchè segnino 26 gradi sull' areometro. I prodotti sussegnenti della distillazione sono meno volatili, e talvolta chiamossi *olio morto* uno degli ultimi prodotti della distillazione del catrame di carbon fossile.

Ben si vede che la soluzione del problema della combustione senza fumo degli olii essenziali soli, sta specialmente in una disposizione conveniente della lampana. Parleremo adunque dei principali congegni proposti espressamente a tal fine. Alcuni tuttavia di quelli che occuparonsi da

tale argomento pretesero bruciare, non solo gli olii più o meno essenziali, ma anche quello *morto*. Di tal genere era la lampana di Beale descrittasi all' articolo ILLUMINAZIONE (T. XIII del Supplemento, pagina 143) che dava una fiamma brillante, ma non affatto scevra di fuliggine; inoltre il bisogno dell' aiuto di un mantice o di un gassometro il quale conducesse l' aria in ciascun becco era molto costoso ed incomodo. Sembra adunque l' uso di quella lampana aversi a serbare solo pegli olii essenziali d' inferiore qualità e poco volatili, pei quali non potrebbero valere le disposizioni di cui si parlerà in appresso, che sono molto migliori di quella del Beale pegli olii essenziali propriamente detti.

Busson Dumaurier aveva diviso con Beale gli studii sulla lampana di cui parliamo, ed era a parte del merito del perfezionamento di essa. Troppo facile ad appagarsi degli ottenuti risultamenti, passò in Francia e recossi a Parigi con la speranza di far adottare quel metodo di illuminazione, non solo nelle strade e nei cortili, ma altresì nelle stanze delle case. Fece pubblici sperimenti in una strada, e molti recaronsi alla di lui casa, comprese alcune signore riccamente vestite per vederne gli sperimenti ed incoraggiarlo. Essendosi cominciate le prove con generale contentamento; la luce parve intensa e bella abbastanza, allorchè, una mezz'ora dopo una delle spettatrici vide sulla propria veste, che era bianca, un piccolo punto nero che volle scuoter via con la mano; ma col soffregamento quel punto lasciò una striscia nera; poi la signora stessa osservò avere sulla veste molti altri punti neri che producevano altrettante striscie. Tale osservazione fece sì che le altre guardassero anch' esse i loro vestiti ed essendosi avvedute che lo stesso accidente era a tutte avvenuto, fuggirono spaventate. Questo fatto dovette convincere Busson Dumaurier non essere il di lui apparato giunto alla perfezione che occorreva per ammetterne l' uso: associossi quindi per migliorarlo vieppiù a Rouen, uno dei più abili fabbricatori di lampane di Parigi. Incominciarono eglino dal comperare un privilegio chiesto per lo stesso fine da Lebreton, il quale erasi pure occupato con qualche buon esito della illuminazione cogli idrocarburi liquidi, e diedersi assiduamente a studiare il modo di semplificare e migliorare i becchi per arderli. Dopo molte prove e tentativi si attennero alla forma che segue, non adoperando però che gli oli essenziali più volatili ottenuti nella distillazione del carbon fossile, degli schisti bituminosi o del catrame, i quali segnino almeno 25° sull' areometro.

Vedesi il becco di cui si tratta nella fig. 4 della Tav. XLIII delle *Arti chimiche*. A è la parte inferiore di esso che comunica pel basso con un tubo M che conduce il liquido da un serbatoio a livello costante. Un robinetto G adattato a quel tubo intercetta quando si vuole la comunicazione fra il serbatoio ed il becco: quest' ultimo essendo posto alquanto più basso, il liquido vi arriva con una certa pressione. Sulla parte A adattasi la testa del becco e queste due parti sono separate da un tramezzo con uno spillo B a piccolo foro. Le pareti C della testa del becco sono piuttosto grosse e di rame, e che è buon conduttore del calorico: un po' al di sopra del tramezzo le pareti hanno in giro parecchii fori *c* che lasciano entrare l' aria atmosferica: volendo si può adattare un anello esterno per regolare a talento la grandezza di queste aperture. Al di sopra dello spillo B avvi un altro tramezzo con un tubo o camino *b*. Alcune astine *d* che poggiano sulla cima del becco donde esce lo spillo B, portano il tra-

mezzo cui è unito il tubo *b*, e la campanuccia di tela metallica, le quali cose tutte vengono poi coperte dalla testa del becco. D sono fori praticati alla circonferenza della testa variando di numero ed avendo il diametro di 2 a 3 millimetri. Alla cima superiore in E avvi un turacciolo a vite F per nettare il becco occorrendo. La testa del becco può essere munita di una corona traforata per sostenere un camino di vetro con una strozzatura a ristringimento, il quale obbligando l'aria a dirigersi sulla fiamma rende più perfetta la combustione.

Intesasi così la costruzione del becco diremo adesso in qual modo si adoperi. Al pari che nelle lampane gassogene deesi cominciare dal vaporizzare il liquido; a tal fine gl'inventori servonsi di una eliopila di loro invenzione della quale daremo fra poco la descrizione. Formasi il vapore nella parte A e per la sua tensione, attesa la piccolezza dello spillo B, sfuggendo da questo si trae dietro l'aria che giugne dalle aperture *c*. Questo miscuglio d'aria e vapore dilatasi prima nel tubo *b*, e giugne nella cima del becco, ove prova una reazione o contraccolpo che facendolo retrocedere alquanto, rende più intima la unione, al che contribuiscono i piccoli fori della tela metallica, cha l'aria ed il vapore debbono traversare per giugnere ai getti D all'uscire dai qoali si accendono. Il robinetto G, che tiensi chiuso quando riscaldasi il beccu, si apra allorchè il calore di esso è giunto al grado sufficiente per vaporizzarlo e lasciasi poi sempre aperto: la colonna liquida del tubo M esercita allora in A una pressione costante, sicchè il vapore esce sotto l'influenza di questa pressiona necessaria al buon effetto del becco. Le pareti C trasmettono continuamente al liquido in A il calore che abbisogna per la vaporizzazione di esso. In tal modo il becco si regola da sè: supponendo cha siasi vaporizzata una quantità troppo graode di liquido, la tensione del vapore formato si aumenta, fa risalire il liquido della parte A nel serbatoio e lo allontana dal luogo ove riducesi in vapore. Busson Dumaurier e Rouen calcolarono le dimensioni del becco in guisa che la quantità di idro-carburo vaporizzato bastasse al bisogno della combustione. La proporzione d'aria da mescersi al vapore dev'essere di 3 a 4 per avere una bella fiamma. La tela metallica, oltre all'effetto indicatosi, impedisce che la fiamma penetri nel becco ed accenda il miscuglio d'aria e vapore che potrebbe detonare.

Come dicemmo, gl'inventori adoperano per accendere questi becchi una specie di eliopila, la quale non è propriamente che un grande becco, multo analogo al precedente, ma la cui fiamma è orizzontale. La fig. 5 rappresenta la sezione dell'anzidetto becco, la cui parte inferiore comunica cul serbatoio a livellu costante. Il liquido arriva nella capacità A, alla cui parte superiore vi è una apertura cilindrica indicata nella figura dello spazio fra A ed A'. Dalla parte superiore di A' parte un piccolo tubo B con un foro O, dal qnale esce il vapore formato dal calore della fiamma, riscaldandosi direttamente la capacità A, e quindi il liquido. Il vapore nello sfuggire passa nello spazio cilindrico traendo seco l'aria opportuna alla combustione compiuta dell'idrocarbonato vaporizzato, ed il miscuglio accendesi come al solito. Busson e Rouen avevano pure avuta l'idea di usare questa fiamma orizzontale per la illuminazione dei fari e dei vascelli.

Uno di questi becchi consuma 60 gramme circa d'idro-carburo liquido all'ora. Nelle prove fattesi pubblicamente il consumo annunziavasi essere di 70 gramma di un liquidu della densità che abbiamo

indicata, che entrava in ebollimento a 85° centigradi circa.

Questi apparati sono certo molto ingegnosi, e meritansi grandi elogii la perseveranza e la abilità degli inventori. La loro fiamma è più bianca e più brillante di quella dei becchi ad olio, ma inferiore a quella del gas. Sembra pertanto potere questo sistema molto utilmente applicarsi alla illuminazione delle strade, dei cortili, all' esterno in somma delle case, meritando la preferenza in confronto all' olio, e potersi anche introdurre nei luoghi poco importanti e poveri troppo per potervi stabilire una officina pel gas. Dà tuttavia ancora della fuliggine, locchè è un difetto anche nelle strade, e lo rende poi inammissibile affatto nelle stanze, nei fondaci e simili. Finora questo metodo d' illuminazione non venne impiegato che per alcune strade ferrate, nelle officine, nelle vie sotterranee, nei posti dei guardiani, e nelle stazioni. La fig. 6 rappresenta un fanale con un becco di Busson e Rouen. C è il cappello, in R vi è il serbatoio del liquido che viene condotto al becco B pel tubo *t*. Il serbatoio non dev' essere posto sul cappello, ma separato perchè il calore della fiamma non agisca sul liquido.

Gli inconvenienti sono: 1.° la produzione di più o meno fuliggine; 2.° le operazioni necessarie per l' accendimento molto più lunghe che coi becchi a gas. L' accendimento dei nuovi becchi domanda due minuti, compresovi il tempo perchè l' accenditore vada da un becco all' altro. A questi inconvenienti sarebbe da aggiugnersi per l' interno l' odore del liquido, non quando brucia, ma quando se ne sparge per inavvertenza nelle stanze, il qual odore è assai più forte di quello degli alcolati; finalmente la necessità di tenere presso di sè un liquido molto infiammabile. Abbiamo abbastanza parlato di questi difetti, meno quello del fumo, trattando delle lampane a gassogeno. Quanto all' odore ed al fumo che danno e gli alcoolati e gli idrocarburi, è da aggiugnersi che anche il gas ne partecipa quando sia male depurato, come spesso succede, o quando v' abbiano dispersioni nei tubi. La infiammabilità del gas se arriva a mescersi in grandi proporzioni con l' aria è ancora maggiore di quella degli alcolati e degli idro-carburi, e più soggetta a dare pericolose detonazioni; ma d' altra parte la istantaneità sua la rende meno atta a produrre incendii, di quella dei liquidi che è più permanente e diffusiva.

Quanto alla economia pare fuori di dubbio essere questa illuminazione già fino d' ora meno costosa di quella ad olio, imperocchè gli olii essenziali di schisto fabbricati da Selligue, vendonsi ad Autun 40 franchi ai cento chilogrammi e gli olii essenziali di catrame costano circa 75 franchi a Parigi. Al prezzo degli olii degli schisti deesi aggiugnere il trasporto, più il guadagno del compratore, e dei venditori al minuto. Anche adottando però il valore di 75 franchi si ha una economia notabile sull' olio.

Rouen pretende poter ottenere gli idrocarburi liquidi a prezzo molto più basso, distillando il carbon fossile a bassa temperatura sul luogo stesso delle cave, od almeno a piccolissima distanza riducendo il prezzo di questi liquidi a 20 franchi i cento chilogrammi. Questi sperimenti non vennero ancora però sanzionati da una pratica abbastanza lunga, perchè il fatto possa dirsi riconosciuto incontrastabilmente; inoltre per giudicare della verità di sue asserzioni converrebbe conoscere la serie delle operazioni da lui praticate e tener conto delle spese e dei prodotti. All' articolo OLII *essenziali* riferiremo quelle ulteriori notizie in proposito che ci verrà fatto di procurarci.

Vi sono cento altri apparecchii che

conducono al medesimo risultamento più o meno compiutamente dei becchi di Busson e Rouen. Non possiamo nè conoscerli, nè ricordarli tutti, ma ne citeremo alcuni.

Menage chiese un privilegio in Francia nel 1845 per una lampana atta a bruciare gli olii essenziali di schisto, di catrame, di trementina e simili. Questa lampana, di cui cedette la proprietà a Breuzin lampanaio di Parigi, non ha per iscopo di vaporizzare il liquido; tiene un lucignolo intrecciato che tuffasi in un grande serbatoio. Ha molta analogia con la lampana solare, tanto per l'apparenza, come per uno dei tre principii che ne costituiscono la novità. L'aria non viene ad alimentare la combustione che dopo avere attraversato una corona di metallo bucherata o di tela metallica, posta al di sotto della fiamma, e che riscalda l'aria col suo calorico radiante. Alquanto sopra la fiamma e nell'interno del vetro avvi un disco di metallo che di necessità si arroventa e fa bruciare il carbonio che fosse sfuggito alla fiamma. Finalmente il camino di vetro ha una strozzatura che obbliga l'aria ad affluire sulla sommità della fiamma in guisa da rendere ivi assai vivace la combustione. Il principio di quest'ultima disposizione non è nuovo; ma è meglio applicato che negli altri becchi.

Si trovò che la combustione vi si faceva assai bene con la essenza di trementina rettificata a dovere; essendo questa una condizione essenziale. Allora la fiamma è bianca, corta e dà molta luce; ma costa più che con l'olio. Si provarono anche gli olii di schisto; ma Menage non giunse a depurarli abbastanza per averne un buon effetto. Del resto quando vogliansi bruciare gli idro-carburi con lampane a lucignolo, questo prontamente si ostruisce e forma il fungo quando l'olio essenziale non sia depurato quanto compiutamente è possibile.

A questi difetti studiossi di riparare Kurtz con una nuova combinazione per la quale chiese un privilegio a Londra il 30 giugno 1843, e che, a suo dire, brucia gli olii essenziali senza fumo e con luce molto vivace, i quali vantaggi si ottengono regolando con valvule opportunemente disposte la corrente d'aria che alimenta la combustione.

La fig. 7 della Tav. XLIII delle *Arti chimiche* è una sezione verticale della lampana di Kurtz a lucignolo piatto, che vedesi in pianta nella fig. 8, supposto levato il camino di vetro. La fig. 9 è la sezione verticale di una lampana a doppio lucignolo piatto che vedesi in pianta nella fig. 10. Le fig. 11 e 12 mostrano l'alzata e la pianta di una lampana sospesa parimente a lucignolo piatto; la fig. 13 una lampana a colonna a lucignolo circolare; la fig. 14 una lampana portatile a lucignolo circolare, la fig. 15 una lampana pei fanali delle strade.

a a è il serbatoio che contiene la nafta od altri olii essenziali; *b b* pezzo conico di metallo o di vetro la cui parte superiore abbraccia il becco al di sopra del lucignolo, affinchè l'aria passando nello spazio lasciato fra questo ed il corpo della lampana giunga in mezzo alla fiamma, lo che ne aumenta la intensità; *c* valvula disposta nell'interno del cono e che si maneggia per di fuori. Aprendo o chiudendo questa valvula ed un'altra *d* opposta alla prima a cui è attaccata un'asta a vite e, si regola opportunamente la corrente d'aria che alimenta la combustione e la fiamma si allunga senza che la lampana dia fumo o cattivo odore. Le frecce indicano la direzione di questa corrente: *f* è il porta lucignolo il quale differisce dai comuni in quanto che ha l'orlo esterno più alto di quello interno, cosicchè nell'allestire la lampana si taglia il lucignolo al livello dell'orlo esterno, po-

tendosi in tal modo tenerlo perfettamente diritto.

La lampana della fig. 9 differisce da quella della fig. 7 per ciò che ha due lucignoli piatti, e che la valvula *c* che regola la corrente d' aria interna è posta nello zoccolo della lampana al fondo del tubo *h*, e si muove mediante l' asta *d*; avvi adunque una doppia corrente l' una interna che passa pel tubo *h*, l' altra esterna che penetra pel cono *b*.

Adoperando la nafta od olii resinosi non depurati, il lucignolo si carbonizza ed esige di essere smoccolato frequentemente; per riparare a questo difetto Kurtz la ravvolge su due rocchetti *i i* (fig. 11) posti nell' interno e ad ogni cima del serbatoio. Il lucignolo immerso così nella nafta risalta solo nel porta lucignolo al di sotto del camino di vetro; se si vuole smoccolarlo si fa girare col bottone *k* uno dei rocchetti, e il lucignolo si ravvolge da una parte, si svolge dall' altra e la parte carbonizzata viene condotta contro il piccolo coltello *l* che la taglia.

Nella lampana a lucignolo circolare (fig. 13) la valvula e è posta al fondo del tubo interno, ove si regola mediante un rocchetto che ingrana con una sega dentata; ma invece di fare che la corrente di aria occupi tutta la capacità del tubo, un disco *m* fissato alla cima superiore dell' asta della valvula, la conduce direttamente sul lucignolo, e per evitare che il calore del becco non si comunichi al serbatoio, disponesi fra questo ed il cono un anello di corno, di legno o di altra materia che mal conduca il calore.

Nella lampana della fig. 14, che è pure a lucignolo circolare, la valvula *c* è ugualmente posta al basso, e l' aria penetra per lo spazio *o* lasciato fra il fondo del becco ed il serbatoio; il lucignolo, diviso in due porzioni semicircolari, attraversa lo spazio *p* e va a tuffarsi nel liquido.

La fig. 15 finalmente mostra l' applicazione della lampana di Kurtz ai fanali che servono alla illuminazione delle strade. Una delle pareti della cassa di vetro è doppia e lascia passare l' aria che penetra per l' alto del fanale nello spazio *q*, donde dirigesi verso il becco passando fra i coni *b* e senza intercettare la luce. La valvula regolatrice può mettersi all' alto od al basso della cassa di vetro del fanale dando presso a poco in entrambi i casi lo stesso effetto.

Nell' Inghilterra lodasi pure come una delle migliori costruzioni di lampane ad olii essenziali quella di C. F. Smith che vedesi nella fig. 16. A è il corpo della lampana per contenere l' olio essenziale adoperato per la illuminazione. Il tubo ad aria o cilindro è composto di due pezzi separati B e C, i quali sono uniti coi fili *a a*, rimanendo fra i due pezzi così riuniti un piccolo spazio aperto che lascia entrare l' aria attraverso e fra i due tubi, ed insieme impedisce che si trasmetta il calore alla essenza. Il porta-lucignolo è anch' esso composto di due anelli o cilindri *b* e *c* uniti da un capo alla sega *d*, con cui ingrana il rocchello D per alzare od abbassare il lucignolo, e dall' altro coi fili. Il lucignolo di cotone e è ravvolto sul cilindro di due pezzi dal quale viene fatto comunicare col tubo ad aria suaccennato; il principio sul quale è costruita la lampana della interruzione del tubo per togliere la conducibilità del calore, procura una grande sicurezza. Si può anche fare il porta-lucignolo di una piastra bucherata. Una molla o collare *f f* impedisce che affluisca sulla fiamma un eccesso di essenza, e fa che si ottenga una fiamma di altezza uniforme. E E è il tubo esterno sul quale sta il tubo *g* sostenuto dai fili *h*, i quali parimenti interrompono la connessione e impediscono quindi la trasmissione del calore. F è la corona traforata che sostie-

ne il cono porta-vetro G. Il regolatore *i* adattato sulla corona è fatto in guisa, che essendo tagliato rotondo alla parte superiore ed inclinato all' infuori, così da formare un imbuto rovescio, può scorrere sul cono G, essendo sostenuto al fondo da una piccola molla K, dalla quale viene trattenuto nella posizione opportuna, rendendosi così mobile a volontà la corona, cui si applica un camino di vetro della lunghezza ordinaria, e di forma adattata, dirigendosi l' aria sulla fiamma al punto più conveniente ; *H* è il camino di vetro.

All' articolo LUCERNA in questo Supplemento (T. XIX, pag. 215) si è detto come siasi adoperata la nafta o gli olii essenziali analoghi a rendere più luminosa la fiamma del gas di carbone, facendola attraversare da questo prima che giunga nei becchi, ed ivi pure si descrisse una lampana imaginata da Baggs, perchè un getto dello stesso gas condotto in mezzo alla fiamma d' una lampana comune a nafta, le impedisca di fumare e la renda oltre modo brillante e vivace. Per ultimo nell'articolo ILLUMINAZIONE *a gas*, pure di questo Supplemento, vedemmo come si traesse il gas dalla nafta, dagli olii di schisto ed altre sostanze analoghe (T. XIII, pag. 304, 313) sole o mesciute con acqua.

(BERZELIO — BRONGNIART — DUMAS — THOMSON — HESS — F. COLOMBEL — A. MALLET — A. FYFE — F. MALEPEYRE — ENGLISH — C. E. SMITH — KURTZ.)

NAFTA *d' aceto*. Miscuglio di aceto concentrato ed alcole, con sale di tartaro disciolto nell' acqua.

(OMODEI.)

NAFTALINA. Il catrame di carbon fossile, oltre alla resina ed all' olio pirogenato contiene una sostanza che venne scoperta da Garden, descritta e chiamata *naftalina* da Kidd, il quale ottenne questo prodotto tentando di adoperare il catrame nell' illuminazione a gas. Fece cadere il catrame goccia a goccia in un cilindro di ghisa scaldato al rovente, e raccolse i prodotti della decomposizione in un apparato proprio a condensare i gas non permanenti, e condurre più lungi i corpi gassiformi. In quest' operazione, il catrame di carbone di terra depone una grande quantità di carbone che non tarda a riempiere del tutto il cilindro di ghisa, e condensasi nel recipiente freddo una acqua ammoniacale che contiene un poco di solfito e di cloruro di ammoniaca. Alla superficie di questo liquore si vede galleggiare una specie di catrame quasi nero e fluido, che diversifica dal catrame adoperato in quanto che contiene, relativamente alla piretina, una maggior quantità di pirelaina e della naftalina, prodotti volatili che vennero poco o nulla decomposti passando attraverso il cilindro rovente ; mentre la maggior parte della piretina del catrame sottoposta all' azione del calore rimase decomposta. Quando poscia stillossi questo catrame in una storta di vetro, mantenuto per 48 ore ad una temperatura di 60° a 70°, se ne ebbe un olio giallo ed un' acqua ammoniacale, i quali prodotti riuscirono circa 1/4 del volume della massa sottoposta a stillare. Si continuò, per altre 20 ore, a mantenere la temperatura al medesimo grado, nel qual tempo sublimossi una quantità di naftalina uguale a circa 1/4 del peso della massa. L' olio ottenuto, il cui peso specifico era 0,9204, entrava in ebollizione a 98°, e lasciava, dopo l' evaporazione, all' incirca 1/6 del suo peso di naftalina.

Il modo come Kidd ebbe questo prodotto indica quali sieno i metodi per ottenerlo. Primieramente fa duopo che la prima decomposizione delle sostanze si faccia ad un forte calore di arroventamento. Reichenbach avendo distillato a mite calore dal carbon fossile, delle legna e

delle materie animali, non ebbe naftalina dai prodotti ottenuti, e invece tutte queste sostanze ne somministrarono quando vennero arroventate. Kidd aveva già anch'essu notato potersi avere naftalina dal catrame proveniente dalla distillazione a secco delle materie animali. Reichenbach crede che anche l'alcole na somministri quando si decompone a forte calore, e che se ne possa ottenere da tutte le materie organiche decomposte al calore rovente.

Akerman trovò molta naftalina negli apparati d'illuminazione a gas quando si prepara questo con l'olio di catrame o col catrame fluido, estraendone grande quantità da quest' olio pirogenato. Si può prepararla facendo passare i prodotti della distillazione a secco per una canna arroventata.

Laurent dal canto suo s'è occupato a semplificare la preparazione della naftalina. Si è veduto che il bitume di carbon fossile un po' vecchio ne dà immediatamente con una semplice distillazione. Ad eseguirla si fa bollire questo bitume all'aria fino a che sia privato d'acqua, poi lo si distilla in una storta munita d'una appendice di ottone e d'un recipiente di vetro.

Il primo prodotto è un olio giallastro che annerisce all'aria e che lascia deporre molta naftalina, quando si raffredda a 10 u 12° sotto lo zero.

Il secondo, più ricco di naftalina, si solidifica da sè.

Il terzo è viscoso, aranciato e straccarico di paranaftalina.

L'ultimo contiene inoltre una materia poco nota del colore del risigallo, fusibile, e già notata da Colin e Robiquet nella distillazione del soccino.

L'olio ottenuto da prima somministra la naftalina. Bisogna ridistillarlo adagio adagio e raccogliere a parte gli ultimi prodotti che raffreddati ne somministrano grande quantità. Per purificarlo basta farlo cristallizzare due volte nell'alcole, avendo cura ogni volta di comprimere i cristalli in un pannolino.

Nota Laurent inoltre che quando l'olio il quale contiene della naftalina è sottoposto per qualche tempo all'azione del cloro, ne somministra più di prima; il cloro distrugge, o senza dubbio modifica uno degli olii che lo tengono in soluzione.

L'alto prezzo che veniva a costare la naftalina, e che, secondo J. Rossignon, giugneva a 1 fr.,25 alla gramma, è però un obbietto alla sua applicazione pegli usi onde è suscettibile, come vedremo. Bensì Rossignon diceva essere giunto ad ottenerla purissima con operazione assai semplice, così da poterla vendere non più di 6 franchi al chilogramma; ma tenne secreto il suo metodo, sicchè non possiamo che accennar questo fatto.

La naftalina pura è una sostanza scolorita in belle lamine setacce, lucide, untuose al tatto, proprietà quest'ultima che conserva anche ridotta in polvere, più pesante dell'acqua in cui cade al fondo, ha un odore molto vivo ed acuto che da vicino somiglia a quello del fumo ed è per molti ingratissimo, ma a qualche distanza somiglia a quello del lilla *(syringa vulgaris)* ed è piuttosto aggradevole, ha sapore bruciante ed aromatico. Facendo evaporare lentamente una soluzione di essa nell'alcole cristallizza in lamine rotonde e sottili, e prende la stessa forma cristallina quando sublimasi in un matraccio di vetro, di cui riscaldasi il fondo per qualche tempo, o quando si fa bollire con acqua in un matraccio a collo lungo. Allorchè cristallizza in una soluzione in 10 parti di alcole, le pagliette che ne risultano riflettono i colori dell'iride come quelle del clorato di potassa. Non disciogliesi nell'acqua fredda; quella bollente ne

scioglia in modo che raffreddandosi diviene lattiginosa, e dà un liquido che, dopo filtrato ha debolmente l' odore e il sapore della naftalina. È molto solubile nell' alcole e nell' etere, ma più a caldo che a freddo. Una parte di naftalina disciogliesi in quattro parti d' alcole caldo, che col raffreddamento rappigliasi in una agglomerazione di cristalli. Sciogliesi parimente benissimo negli oli volatili e negli oli grassi. Chamberlain osservò che sciogliendo la naftalina nell' olio di trementina calda, e osservando la soluzione saturata mentre raffreddasi, vi si veggono formare degli aghi cristallini, che, quando si avvicinano, durante il movimento del liquido che accompagna tutte le cristallizzazioni, sembrano dapprima respingersi fortemente, ma la ripulsione a poco a poco decresce, e da ultimo si riuniscono in una stella a sei raggi, i cui interstizii si riempion per modo da dare origine ad una tavola esagona; infine questi cristalli trasformansi in lunghi prismi compiuti da piramidi.

Evaporasi lentamente nell' aria cui comunica il proprio odore; ma la tensione del suo vapore alla temperatura ordinaria sembra assai debole. Fondesi a 79° e cristallizza rassodandosi, bolle e sublimasi a 212°. La densità del suo vapore, che, secondo il calcolo dovrebbe essere di 4,488, trovossi con l' esperienza di 4,528. Fatta bollire con acqua va a condensarsi nel collo del matraccio o della storta. Facendola fondere in un crogiuolo posto sotto una campana di vetro, il vapore che si diffonde cristallizza nell' aria in una grande quantità di piccoli aghi simili alla neve. Gettandola in un crogiuolo arroventato, si sublima senza infiammarsi nè decomporsi, e va a condensarsi sui corpi freddi circostanti. Da questo fatto parve ad alcuni poter dedurre esistere la naftalina già formata nel catrame di carbon fossile, il calore rovente che la separa valendo solo a distruggere le sostanze che la accompagnano. Volevano anzi che la naftalina si trovasse già formata nel carbon fossile comune, e si confermavano in questa opinione vedendo potersi quella estrarre senza distillazione in alcune miniera di mercurio bituminose. Sta contro questo parere tuttavia la osservazione del Reichenbach, del non aversi naftalina dai prodotti della decomposizione del carbon fossile a fuoco mite. All' aria libera la naftalina accendesi difficilmente ed arde con fiamma lucente e fuliggine, abbandonando una grande quantità di quest' ultima che si depone in forma di fiocchi sugli oggetti circostanti.

La naftalina non presenta ai reattivi caratteri acidi nè alcalini. Gli alcali hanno poca azione sopra di essa; ma gli acidi ne hanno molta e notabile. L' acido nitrico la scioglie e la decompone mediante il calore, e la soluzione lascia deporre col raffreddamento cristalli gialli raggruppati a stelle, fusibili, che col raffreddamento si rappigliano in una massa cristallina, e riscaldati all' aria libera si accendono, bruciano con fiamma lucente, diffondendo molto fumo e lasciando molto carbone. I prodotti che si formano in questa decomposizione sono molti e variano secondo la temperatura a cui si opera ed il tempo per cui si lascia agire l' acido. L' acido solforico concentrato si combina alla naftalina con l' aiuto di un mite calore, e produce un composto acido che può solidificarsi con una lenta evaporazione, ed è l' *acido* Solfo-naftalico. L' acido idroclorico bollente scioglie pochissima naftalina tignendosi d' un color rosso leggermente purpureo. L' acido ossalico e quello acetico la sciolgono con facilità colorendosi in rosso; la soluzione saturata a caldo nell' acido acetico rappigliasi in una massa cristallina col raffreddamento. Com-

biuasi col cloro e col bromo fornendo varii prodotti interessanti per la scienza, ma non ancora per le arti. Triturandola in un mortaio con un peso uguale di canfora dà un composto simile ad unguento e fusibile col calor della mano, ed è cosa singolare vedere due corpi che, presi separatamente, sono poco fusibili, uniti insieme formarne uno fusibilissimo.

Confondesi la naftalina facilmente con la paraffina: ne differisce tuttavia per l'odure che ha e manca all'altra; per ciò che condensandosi cristallizza, mentre invece la paraffina rimane trasparente, quando però sia stata depurata dall'eupione; in fine l'acido solforico agisce molto diversamente su queste due sostanze.

Molti chimici si occuparono di indagare la composizione della naftalina, convenendo tutti in ciò che si formi di carbonio e idrogeno soltanto, ma non intorno alle proporzioni di essi. La trovarono adunque:

	Faraday	Opposman	Thomson	Ure	Princeps	Dumas	Liebig			Laurent
Carb.	93,75	94,686	98	92,31	86,0	93,9	94,3	94,2	94,6	94,22
Idrog.	6,25	5,314	10	7,69	13,0	6,1	6,2	6,1	5	6,3.

Varii sono gli oggetti pei quali la naftalina potrebbe interessare alle arti ed al commercio, massime se, come annunziò Rossignon, potesse aversi a prezzo discreto. Nello stato greggio è nociva pegli apparati di illuminazione a gas, dando a questo una parte del suo odore empireumatico, e talvolta altresì ostruendo i condotti. Essendo un carburo d'idrogeno molto ricco di carbonio, Rossignon tentò di farne candele con sostanze più idrogenate, ma non potè riuscirvi, risultando i composti troppo fusibili, dando molto fumo e diffondendo un odore ingrato a moltissimi. Sarebbe opportuno assai più provarne l'uso nella preparazione degli alcoolati, di cui parlammo all'articolo Nafta.

C. T. Helcombe la adoperò per ugnere gli assi delle macchine e delle vetture, a fine di scemare l'attrito, e dice avere trovate utili le quattro preparazioni seguenti che hanno la naftalina per base.

1.° Prendonsi 25u$^{\text{chil.}}$ di naftalina allo stato greggio e cristallizzata, e se la fa bollire per circa tre ore con 80 a 100$^{\text{chil.}}$ di catrama a circa 15$^{\text{chil}}$ di soda. Talora si fa bollire la naftalina con carbone di legna soltanto. Passasia ttraverso uno staccio di tela metallica la naftalina preparata in tal guisa con una o più delle suaccennate sostanze, poi lasciasi raffreddare. Fondonsi allora insieme 9$^{\text{chil.}}$ di colufonia, 13$^{\text{chil.}}$ di grascia d'orso o di cavallo, 25$^{\text{chil.}}$ di sego di Russia, e 100$^{\text{chil.}}$ d'olio di palma, e si unisce intimamente questo miscuglio alla naftalina preparata come si disse, macinando insieme ogni cosa.

2.° Si uniscono con la macinatura 130$^{\text{chil.}}$ di naftalina, preparata come al n.° 1, con 5u$^{\text{chil.}}$ di piombaggine e 10$^{\text{chil.}}$ di catrame di Stockulm.

3.° Si macinano 130$^{\text{chil.}}$ di naftalina preparata con 12$^{\text{chil.}}$ di catrame di Stokolm e 52 di grascia d'urso o altra sostanza grassa animale o vegetale.

4.° Si fanno bollire 225 a 25u$^{\text{chil.}}$ di naftalina con circa 40 litri di catrame, gettasi il miscoglio sopra uno staccio di tela metallica e quando è freddo si filtra per calza, come lo spermaceti, poscia per ogni 10$^{\text{chil.}}$ del miscugliu si aggiungono 2$^{\text{chil.}}$ di spermaceti o di grascia di cavallo

A motivo dell' acuto suo odore la naftalina agisce al modo stesso della canfora, e, secondo Rossignon, possede anche maggiore efficacia. Egli dice aver riconosciuto essere dessa un possente vermifugo, non solo terapeuticamente parlando, ma altresì quale mezzo conservatore delle sostanze attaccate dagli insetti, scacciando per sempre le tignuole dai tessuti e preservando le sementi dagli insetti roditori. Mesciuta in piccola dose ai concimi polverulenti toglie loro il difetto di venire attaccati dai vermi o di generarne. Il sangue e la carne secchi adoperati per concimi divengono talvolta la preda dei topi e degli insetti carnivori; mescendoli invece con piccolissima quantità di naftalina polverulenta, non vengono attaccati da quegli animali, e si decompongono lentamente seguendo i progressi della vegetazione. Rossignon dice avere osservato che la naftalina greggia distruggeva i vermi bianchi o li faceva fuggire dai luoghi da essi infestati. Mesciuta con grascia la adoperò con pieno successo per guarire i cavalli dalla rogna, e riflette che sarebbe forse utile servirsi del miscuglio di essa con la canfora, invece dell' olio di canfora, delle grascie e dell' alcole canforati nella medicina.

(Berzelio — Dumas — Laurent — Rossignon — C. T. Helcombe.)

NAIBO. Voce antica, derivata dalla spagnuola *naipes*, e vale Carte *da giuoco*. (V. questa parola.)

(Alberti.)

NAMPTO. Specie particolare di Orzo. (V. questa parola.)

(G.**M.)

NANCHIN. Voce corrotta da Anchina. (V. questa parola.)

(G.**M.)

NANNUNFERO. V. Ninfea.

NANO. Individuo di statura molto più piccola di quella propria alla sua specie. Vi sono uomini, quadrupedi e uccelli domestici nani: fra gli animali salvatici se ne trovano di rado: vi sono poi anche degli alberi e delle piante nane.

I nani fra gli animali, sono altrettante specie di mostri, altrettanti individui, cioè, che escono dalle leggi della natura, e che servono soltanto quasi sempre a soddisfare una sterile curiosità, ed in certi casi si propagano per la generazione, quando s' accoppiano fra loro. Di raro succede, che sia vantaggioso agli agricoltori l'avere animali nani, ed anzi, all' opposto deve essere una delle maggiori loro premure, quella d' aumentare la grandezza dei cavalli, delle vacche, delle pecore, delle galline e simili. Non parleremo adunque più a lungo dei nani del regno animale.

Ma ben diverso è il caso nel regno vegetale, ove l' utilità, il diletto od il capriccio ricercar fanno e propagare i nani in moltissime circostanze, impegnano a cercare i mezzi d' impiccolire ancora di più quelli che esistono, e di produrne dei nuovi nelle specie che non ne hanno finora.

Fra gli alberi vi sono tre sorta ben distinte di nani.

1.° Le specie alle quali la natura ha dato una statura più piccola delle altre dello stesso genere, come il mandorlo nano, la quercia nana.

Questi non sono già nani nel proprio significato del vocabolo; ma fu loro dato un tal nome pel confronto con le altre specie del loro genere, e conformarsi conviene all' uso.

2.° Quelli, che dall' arte del giardiniere sono impediti di prendere tutto quello sviluppo onde sono suscettibili. Restituiti a sè medesimi, in qualunque periodo della loro vita, si riavvicinerebbero, quanto più fosse possibile, alla naturale loro grandezza.

3.° Quelli che l' accidente fece nascere più piccoli, e che tali si conservano

naturalmente per cause a noi sconosciute (V. MULISMO), quando moltiplicati vengono da barbatelle, da innesti, e qualche volta anche da sementi. Questi sono i veri nani del regno vegetale, potendo essere paragonata la loro maniera d' essere, qualche volta anche rigorosamente, a quella dei nani del regno animale.

Non dobbiamo qui parlare dei nani della prima serie, giacchè l' uomo non può minimamente influire sulla loro grandezza, essendo quale deve essere. Diremo soltanto, esservene molti la cui piccolezza può essere messa a profitto in varie maniere.

Fra i nani della seconda serie si trovano di quelli, che appartengono nel tempo stesso anche alla terza, e che per conseguenza devono essere considerati separatamente.

Se si pianta un albero in un terreno, di natura assai cattiva relativamente alla sua specie, si può essere sicuri che non arriverà nello stesso tempo alla medesima grandezza, che se piantato fosse in un terreno migliore; si avvicinerà adunque più o meno ai nani.

Tutte la volte che impedita viene la moltiplicazione delle radici, o col mutilarle a misura che si sviluppano, o col mettere ostacoli al loro sviluppo, come è di quelle che sono in cassa od in vaso, vi ha diminuzione di crescimento nell' albero.

Siccome poi le piante vivono tanto delle foglie, quanto delle radici loro, così sopprimendo anche le prime, od impedendone la moltiplicazione con la troppo rigorosa potatura dei rami, si produce lo stesso effetto, come quando si agisce sulle radici.

Con questi tre mezzi riuniti si può ridurre un albero della statura più alta alle dimensioni più esigue. Chi non vide nei giardini quegli olmi, quei tigli potati a palla, avanzo del gusto dei nostri padri, che quantunque vecchi di cinquanta, ed anche di cento anni, non avevano che alcuni pollici di diametro? Chi non vide carpini della stessa età aver l' apparenza di piante di cinque a sei anni? Quasi tutti gli alberi assoggettati abitualmente alla coltivazione offrono esempi consimili, come il tasso, il bossolo, il biancospino e simili, e tutti poi ne possono offrire, se assoggettati sono alle circostanze medesime. È probabile, che con mezzi analoghi a questi i Cinesi pervengano a dare ad alcuni alberi di qualcha anno d' età, e di più piedi d' altezza l' apparenza di decrepiti.

Gli alberi così governati dalla prima loro gioventù, possono bensì, come fu gia detto, riprendere vigore, quando si cessa di agire sopra di essi; ma non arriveranno giammai ad uguagliare quelli della loro specie, che contrariati non furono in nessun tempo della vita, senza dubbio perchè i loro vasi non hanno preso fin dalla origine l' ampiezza necessaria.

L' influenza delle circostanze sul crescimento futuro degli alberi, prima, durante o dopo la germinazione, è d' una estrema efficacia. Di due ghiande seminate nello stesso terreno, l' una formerà naturalmente un albero superbo, e l' altra un albero meschino, senza che vi sieno cause apparenti d' una tal differenza.

È quasi sempre possibile all' uomo di influire sulla germinazione, in modo da formare alberi più vigorosi che ordinariamente nol sieno; ma non può dire all' opposto giammai, voglio fare un nano. Per quanto cattivo esser possa un terreno nel quale verrà piantato un seme di melo, questo seme produrrà un albero, che trapiantato altrove diventerà grosso quanto gli altri. È probabile, che nate sieno in un suolo eccellente le due varietà di meli, che si chiamano *dolcino* e *para-*

diso, varietà sulle quali attualmenta s'innestano tutte quelle dello stesso genere, che destinate sono ad essere tenute nane. Tutte le varietà degli alberi di lusso, che sono nane, trovate furono per accidente in certe semine, come si è già detto; di tempo in tempo ne appariscono di nuove, senza che sia stato finora possibile di risalire alla causa della loro formazione. Non è vero, che la soppressione dei cotiledoni faccia diventare un albero nano; non fa che indebolirne più o meno la vegetazione.

Checchè ne sia, noi godiamo e godremo degli alberi nani che si sono prodotti e che si producono. Di fatto un albero nano, per verità, è quasi una specie, e può esser collocato nei giardini in luoghi ove il suo tipo non è suscettibile d'alligare.

L'innesto può, non solo propagare le varietà nane, ma può anche formarne delle individuali. Così una mela calvilla, innestata sopra paradiso, non s'alza tanto come una calvilla innestata sopra un melo comune, ed ancora meno d'una calvilla innestata sopra salvatico; si può quindi regolarla più facilmente con la potatura alla competente sua altezza.

Una specie più piccola dello stesso genere può produrre lo stesso effetto sugli innesti che le vengono affidati. Così un innesto di pero, collocato sopra cotogno, diventerà d'una statura minore, che un innesto consimile collocato sopra albero libero o sopra salvatico.

Sopra queste due sole osservazioni è fondata tutta la teorica della perpetuità dei nani fra gli alberi fruttiferi a granelli.

A forza di moltiplicare le varietà nane nei terreni buoni si finisce col perderle. Altre volte il *dolcino*, ch'è il nano più antico conosciuto nella specie del melo, non diveniva più alto che in oggi il *paradiso*; ed i coltivatori di piantonaie che sanno osservare, si lagnano perchè questo ultimo non è più tanto nano, come lo era cinquant'anni fa. È probabile che guadagnar si potessero dei peri più nani, se invece d'innestarli sopra cotogni coltivati già da qualche secolo, si ricercassero soggetti deboli nelle seminagioni del cotogno medesimo.

Il vantaggio dei meli e dei peri nani, è quello di dare un frutto più sollecito è più grosso; il loro discapito è quello di vivere poco, e di dare scarse frutta. Bosc è ben lungi dal biasimare l'introduzione degli alberi fruttiferi nani nel giardinaggio; ma non può a meno di far osservare che sono moltiplicati al presente un po' troppo, comparativamente agli alberi di pieno vento; che se alcuni coltivatori di piantonaie vi trovano profitto, se alcuni ricchi proprietarii se ne compiacciono, la massa del popolo vi perde, ed i poveri ne gemono. Di fatto, che cosa sono dodici o quindici mele renette d'Inghilterra, grosse quanto due pugni, date da cinque o sei meli nani, in confronto di due o tremila mele renette, che si raccoglieranno annualmente da un albero di pieno vento che occupi il medesimo spazio?

(Bosc.)

NANTO. Sorta di pietra tenera di colore che volge al grigio, la quale trovasi nel Vicentino. Resiste poco all'aria, nè può usarsi che nelle costruzioni interne; ma ha il pregio di resistere molto al fuoco ciò che la rende utile nella costruzione dei focolari, fornelli e simili.

(G.**M.)

NAPEA *(Napea)*. Genere di pianta della famiglia della malvacee che contiene due specie vivaci, tutte e due originarie dell'America settentrionale, e si distinguono per le loro foglie lisce od aspre, chiamandosi perciò l'una napea liscia *(napea laevis)* e l'altra napea ruvida *(napea scabra)*.

Sono piante perenni che fioriscono in agosto e settembre. Vivono anche fra noi in piena terra resistendo ai freddi dei nostri inverni, e si moltiplicano con semi sparsi in primavera in aiuole di buona terra e sopra un vecchio letto, e quando le pianticelle sono forti abbastanza si trapiantano ove hanno a stare. Le foglie della napea liscia mangiansi cotte e gli steli e la corteccia di essa dà un filo che si può tessere come quello delle altee.

Nella esposizione industriale del 1838 nel dipartimento della Costa d' Oro vidersi corde fatte con questa pianta. Essa acquista con facilità fino a 10 piedi d' altezza anche nei terreni cattivi, e se ne separa con facilità la corteccia lasciando gli steli immersi nell' acqua per due giorni; le filamenta che se ne ottengono sono meno forti e meno fine di quelle della canapa; ma sarebbero utilissime per la fabbricazione di corde comuni, e molto da preferirsi per quest' uso alla corteccia del tiglio. In alcuni luoghi gioverebbe coltivare le napee o per questo scopo, o se non altro per farne letame o trarne potassa, atteso il molto vigore con cui gettano.

(Bosc.)

NAPELLO. *(Aconitum napellus*, L.) Questa pianta cresce sulle montagne, nelle valli umide, in Francia, in Italia, in Svizzera e simili. Trovasi in grande abbondanza nella vallata di Vaucienne a una lega da Villers Cotterest, sulla strada maestra di Parigi.

Questo napello è un veleno violentissimo, non solamente per l' uomo, ma anche per quasi tutti gli animali, come pei cani, pei gatti, pei topi e simili, e bisogna perfino evitarne l' odore. Cagiona nello stomaco, che corrode, convulsioni, dolori crudeli, che si mitigano con alcune sostanze oleose o mucilagginose o con alcuni acidi vegetali, quando il veleno è passato nelle seconde vie, e prima di tutto è necessario di fare uso di emetici. Alcuni autori credono che questa pianta fosse una di quelle impiegate dagli antichi per avvelenare le frecce, poichè applicata sulla pelle diviene un potente vescicatorio.

Le cattive qualità di questa pianta l' avrebbero dovuta escludere dai nostri giardini, se l' esperienza non avesse dimostrato che diviene meno pericolosa coltivandola. Non ostante le sue qualità caustiche e corrosive in grado eminente, il celebre Stoerck osò impiegarla internamente, e ne fece i primi saggi sopra sè stesso. Prese in principio piccole dosi, che aumentò gradatamente, riconobbe che l' estratto di questa pianta era un potente sudorifico, buono in tutte quelle malattie, la cui materia o causa, potevano essere scacciate per le vie della traspirazione e del sudore, come, per esempio, le ostruzioni, i reumatismi, la gotta, le ulceri ribelli, le glandule scirrose ed enfiate, la soppressione delle regole e simili. Questo mezzo violento non può essere usato però se non con estrema prudenza, e secondo le forze del malato. La dose di questo estratto si riduce da un quarto di grano fino a dodici grani mescolati con zucchero o in polvere.

Siccome i principii attivi del napello si alterano col calore, così nel preparare la tintura di esso pegli usi medici non è da trascurarsi l' avvertenza data dal medesimo Stoerck di operare a bagno maria ed a mite calore; siccome però anche in tal guisa si diminuisce bensì, ma non si evita forse del tutto l' inconveniente, nè può aversi certezza che la tintura abbia sempre la medesima forza, così altri vorrebbero la si preparasse a freddo, aggiugnendo ad ogni dieci parti della pianta fresca e ben pestata otto parti di alcole a 36°, lasciando per otto a dieci giorni in macerazione, poi spremendo e filtrando.

Un' analisi dell' aconito napello si ebbe

dallo Steinacher fino del 1808. Questo chimico vi riconobbe:

1.° Della fecola verde;
2.° Una sostanza odorante gassosa;
3.° Dell' idroclorato di ammoniaca;
4.° Del carbonato di calce;
5.° Del fosfato di calce.

La presenza di un fosfato nel napello era già stata annunziata molto prima dal Tutten.

(Poiret — Antonio Cattaneo.)

NAPO. V. Navone e Ravizzone.

NAPOLETANA. Tessuto liscio, non follato, di lana scardassata, che si tinge in pezza e con cui si fanno abiti per uso delle donne che vi trovano tutti i vantaggi del panno, riuniti ad una pieghevolezza e ad una leggerezza necessarie alla forma delle loro vesti.

Ad onta del suo nome, questa produzione è di origine francese, e nacque ad un tempo in cui l' uso dei merinos resosi generale, aveva destato il gusto dei tessuti di lana pieghevoli e leggeri. Reims che produceva molte flanelle essendosi trovata imbarazzata per l' esportazione, un negoziante ebbe l' idea di tingerle con una sola tinta, senza follarle e di metterle in commercio col nome di *merinos* liscii o napoletani e ne ottenne un esito compiuto.

La napoletana è un tessuto destinato a divenire ed a conservarsi popolare. È pieghevole, caldo, leggero; prende bene la tintura e riceve i colori più vivi e più brillanti; è solido, durevole e può ricevere facilmente parecchie tinture successive.

Quindi nelle buone annate la sua fabbricazione giunge in Francia fino ad una ventina di milioni che si consumano nel paese.

La Napoletana si fabbrica nelle vicinanze di Reims. Viene poscia sgrassata, tinta e lustrata a Parigi.

(Dumas.)

NAPOLI (*Giallo di*). Negli articoli Giallo *di Napoli* del Dizionario e Giallorino in questo Supplemento diemmo parecchie ricette per preparare questo colore, e molte altre se ne potrebbero citare, date nell' opera di Pelouse *Secreti moderni delle arti*, ed altrove. Qui però crediamo bene limitarci ad indicare un metodo, col quale, a quanto asserisce il professor Brunner di Berna, ottiensi sempre un bel giallo di Napoli.

La purezza dei materiali è condizione essenziale, e per ciò a tutti gli altri preparati antimoniali egli stima doversi preferire l' emetico o tartrato di antimonio e di potassa. Prima di usarne conviene farlo cristallizzare ripetutamente, e massime spogliarlo del ferro che sovente contiene.

Il piombo dee impiegarsi allo stato di nitrato, e può facilmente ottenersi facendo sciogliere nell' acido nitrico del piombo metallico, dell' ossido di piombo puro, od anche della biacca e depurando poscia il sale ottenuto con ripetute cristallizzazioni.

Si mesce, quanto più esattamente è possibile, una parte di tartrato di potassa e di antimonio ridotto in polvere fina con due parti di nitrato di piombo parimenti polverizzato; aggiungonsi al miscuglio quattro parti di sale marino secco e ridotto in polvere, e riscaldasi per due ore in un crogiuolo di Assia. Il calore dev' essere forte abbastanza perchè fondasi il sale, bastando a ciò un mediocre arroventamento. Lasciasi raffreddare, poi si rovescia il crogiuolo e se ne vuota il contenuto con alcuni colpi leggeri che lo staccano in massa. Il sale occupa in gran parte la superficie del miscuglio, e separasi dal prodotto con ripetuti lavacri. Il giallo di Napoli forma nel crogiuolo una massa dura che stemperasi nell' acqua in guisa da ridursi in polvere più o meno fina. Se si oltrepassa il grado di calore indicato, il

prodotto forma una massa durissima che non si divide nell' acqua e difficilmente può frangersi, lo che importa evitare.

È facile spiegare cosa accada in questa operazione. Il tartaro stibiato viene decomposto dal nitrato di piombo, mentre l' ossigeno dell' acido nitrico, impossessandosi degli elementi del tartaro stibiato, cangia l' ossido di antimonio in acido antimonico che si unisce con l' ossido di piombo. L' unico scopo dell' aggiunta del sale marino è quello di moderare l' effetto della doppia decomposizione, senza di che ridurrebbesi una parte dei metalli, come il Brunner se ne assicurò con esperimenti appositi.

Il giallo ottenuto in tal guisa assicurasi essere sempre buono, quantunque le tinte di esso variino alcun poco. Quando il calore non siasi spinto al di là del punto di fusione del sale, inclina al ranciato; quando invece il calore fu più forte s'avvicina di più al giallo-citrato od anche al giallo di solfo. È difficile, per non dire impossibile, di ottenere sempre esattamente la tinta voluta; ma si ottiene costantemente un buon prodotto.

Avvi un altro metodo più economico, ma meno sicuro del precedente. Si forma una lega con parti uguali di piombo e di antimonio, che riducesi in polvere fina e si mesce con una parte e mezzo di nitrato di potassa e tre parti di sale marino, poscia esponesi il tutto ad un forte calore come nel metodo precedente. Otterrebbesi anche con questo metodo un color giallo d' inferior qualità, riscaldando fortemente una polvere formata di lega da caratteri da stampa, sale marino e nitrato di potassa. Il giallo più intenso e quello che inclina al ranciato si ottengono assoggettando il miscuglio steso in istrato sottile ad un calore rovente moderato per tre ore.

Secondo Laboullaye-Marillac avvivansi molti composti di giallo di Napoli facendoli bollire a lungo con acido idroclorico diluitissimo, il quale opera sciogliendo l' ossido di piombo che fosse in eccesso, e l' allumina.

(BRUNNER — LABOULLAYE MARILLAC.)

NAPPA. Ornamento fatto di più fila di seta o d' altro, pendenti in fondo da una specie di gambo sodo, quasi come le setole di un pennello. Le nappe di seta, d' oro, d' argento o d' altro entrano talora nell' abbigliamento delle signore: una nappa fa sovente finimento al cocuzzolo del berretto da uomo: piccole nappine sogliono aggiungersi agli alamari: in nappa termina per lo più il cordone dei campanelli nelle stanze, e dei cordoni per aprire e chiudere le cortine delle finestre: le nappe sono anche ornamento di abiti sacerdotali o di arnesi da chiesa. Del modo di lavorarle parleremo all' articolo PASSAMANAIO. Fra noi le nappe diconsi anche *fiocco;* ma presso i Toscani quest' ultima parola ha significato diverso ed indica un cappio a due staffe, cioè quello in cui i due capi si fanno passare addoppiati e si sciolgono poi tirando uno dei capi. Il fiocco fa quindi lo stesso ufficio del cappio, ma serve inoltre d' ornamento.

(GIACINTO CARENA.)

NAPPA. Quel nodo di fettuccia o quella rosetta di lana tinta del colore adoperato negli stemmi dello stato cui il soldato appartiene, e con la quale si orna la tesa sinistra del cappello o il caschetto del soldato: da alcuni, con voce francese italianizzata, si dice *coccarda*. Il colore della nappa austriaca, per esempio, è giallo e nero, quello dei Francesi bianco, rosso ed azzurro, quello del Piemonte azzurro, quello degli Inglesi nero, e simili.

(GRASSI.)

NAPPELLO. V. NAPELLO.

NAPPO. Vaso da bere di varie fogge, per lo più corpacciuto e senza piede.

(Giacinto Carena.)

Nappo Usasi anche oggidì per Bacino. (V. questa parola.)

(Alberti.)

NARAS. Pianta cui basta per crescere un sottile strato di sabbia; gli steli si alzano 4 a 5 piedi, senza foglie, e con costole opposte di un verde carico e brillante onde sono striati i suoi rami. Il frutto ha la scorza coriacea, ruvida e spinosa; è di grandezza doppia d' un arancio, vale a dire della circonferenza di 15 a 18 pollici, e simile nell' interno ad un popone tanto per l' apparenza che per la polpa. Avendone preso uno che non era ancora ben maturo e sorbitone il succo avidamente, Alexander si sentì acutamente bruciare il palato e le fauci. Quando invece è maturo ha un sapore acidolo gradevolissimo. Nell'Inghilterra fino dal marzo 1838 ne crebbero alcune piante da semi portati dallo stesso Alexander, ed i rami avevano due spine a ciascun nodo, con framezzo ad esse una stipola, cui appena può dirsi foglia, e con bottoni sul ramo centrale, ma non già foglie.

(Alexander.)

NARCAFTO. Nome officinale della corteccia dell'albero che somministra l'olibano. I commentatori di Dioscoride vogliono che sia il macis, il legno d' aquila, la rasura dello storace rosso.

(Bonavilla.)

NARCEINA. La narceina è stata scoperta nel 1832 da Pelletier all' occasione del suo interessante lavoro sull' analisi dell' oppio; alcuni particolari di questa analisi faranno conoscere il metodo che bisogna impiegare per ottenere la narceina.

Pelletier trattò con acqua fredda, al modo solito, un chilogramma d' oppio di Smirne; i liquidi che risultano da questa operazione, dopo essere stati filtrati, furono sottoposti ad un' evaporazione assai limitata per ottenerne un estratto solido.

L' estratto d' oppio, ripreso con l'acqua distillata, si sciolse di bel nuovo, lasciando una materia splendente e cristallina. Questa materia era narcotina, e diffatti fu trattando in tal modo l' estratto d' oppio con l'acqua, che Derosne l'ottenne la prima volta.

La soluzione d' estratto d' oppio da cui si era separata la narcotina se non tutta, almeno in gran parte, fu riscaldata a 100 gradi; vi si versò un leggero eccesso d' ammoniaca per precipitare la narceina, e si mantenne l' ebollizione per 10 minuti a fine di togliere, per quanto fu possibile, l' eccesso d' alcali volatile. Col raffreddamento del liquido si cristallizzò la narceina. Questa narceina, come si sa, non è pura, poichè trattandola con l' etere la si separa dalla narcotina e da un' altra materia che è la *meconina*.

Separato la massima parte della narceina contenuta nella soluziona d' oppio, con l' ammoniaca, si concentrano i liquidi a metà della loro quantità. Col raffreddamento compiuto lasciano ancora una porzione di morfina: si versa nel liquido acqua di barite, e tosto si forma un precipitato di meconato di barite.

Si separa questo sale col filtrarlo, si aggiunge al liquido del sottocarbonato di ammoniaca per separare l'eccesso di barite che racchiude, ed alzando la sua temperatura dopo averlo filtrato di nuovo, si toglie l' eccesso di sotto-carbonato d' ammoniaca. Il liquido poi si evapora a consistenza di sciroppo denso, e ponesi per più giorni in un luogo fresco. Si rappiglia allora in una massa nella quale si vedono dei cristalli. Si mette questa massa ad asciugare, si spreme fortemente in pannilini; poscia si tratta con l' alco-

le a 40 gradi e bollente: essa in parte si scioglie.

I liquidi alcolici, sottoposti alla distillazione e ridotti a piccolo volume, danno col raffreddarsi una materia cristallina che si purifica, e si può averla bianchissima disciogliendola e cristallizzandola più volte. Questa materia è la narceina.

La meconina, altra sostanza cristallizzabile dell' oppio, sovente si trova mista con la narceina, che si separa col mezzo dell' etere, che solo discioglie la prima. Si rinviene pure la meconina in maggior parte nelle acque madri che hanno dato la narceina.

La narceina pura si presenta sotto forma d'una materia bianca, setacea, in ponte fine ed allungate. Quand' è cristallizzata nell' alcole s' ottengono cristalli più lisci, che sembrano prismi quadrilateri.

Questa sostanza non ha odore, il sapore è pochissimo amaro e possiede alcun che di metallico. Per isciogliere la narceina sono necessarie 230 parti d' acqua bollente, e 375 d' acqua alla temperatura di 14 gradi. Fondesi a 92° circa, e si fissa in una massa bianca e molto lucida d' un aspetto cristallino. A 110° ingiallisce, e ad una temperatura più elevata si decompone; si discioglie più che la morfina e la narcotina.

Gli acidi minerali concentrati agiscono con molta energia sulla narceina e l' alterano assaissimo. Gli stessi acidi diluiti di acqua si combinano ad essa, ed alcuni danno origine a fenomeni degni di riflesso. L' acido idroclorico, per esempio, diluito con un terzo del suo peso d' acqua, all' istante in cui la tocca, dà alla narceina una tinta d' un azzurro più o meno carico, molto lucido. Se vogliasi aggiungere acqua bastevole per disciogliere il miscuglio si ha una soluzione affatto scolorita. La tinta azzurra, prima di perdersi, si fa d' un rosso violaceo, questa tinta non si manifesta sempre, massime quando l'acqua, nella quale si disciolgono i cristalli azzurri, non sia acida: lasciando però evaporare poco a poco la soluzione scolorita, si ottiene una crosta roseo-violacea, che passa esternamente all' azzurro, se non avvi troppo acido nel liquore. Se vi si trova acido in eccesso, la tinta diviene gialla e la materia e alterata. Assorbendo l' acqua dell' idroclorato di narceina scolorita col cloruro di calce, vi si riproducono tinte rosee, violette ed azzurre. La narceina, producendo questi colori non soggiace pure ad alcuna alterazione; poichè trattando la soluzione con un alcali, si precipita la combinazione salina con tutte le conosciute sue proprietà. Questi fenomeni hanno, come si vede, alcune analogie con quelli che produce il cloruro di cobalto.

L' acido solforico e l' acido nitrico diluiti producono i medesimi fenomeni dell' acido idroclorico. L' acido nitrico concentrato decompone la narceina e la trasforma in acido ossalico.

Al dire di Pelletier la narceina contiene:

Carbonio	54,12
Idrogeno	6,52
Azoto	4,33
Ossigeno	34,42
	99,39.

(DUMAS.)

NARCOTINA. La narcotina si ottenne nel 1803 da Derosne; ma la natura di questo corpo, che si indicava sotto il nome di sale di Derosne, fu mal conosciuta per lungo tempo. Sartuerner la considerava come un meconato di morfina, e l' aveva confusa con la stessa morfina di Derosne. Nel 1817, Robiquet provò che questi due alcali esistevano nel-

l' oppio simultaneamente, e che possedevano proprietà distinte.

La narcotina non ha, come la morfina e la codeina, la proprietà di ritornare azzurra la tintura dell' eliotropio rossa; tuttavia, siccome si combina agli acidi e produce sali cristallizzabili, così si dee collocarla fra le basi vegetali.

Generalmente si ottiene la narcotina coi metodi che si descrissero per la preparazione della morfina, si trova quasi sempre precipitata con quest' ultima materia e nell' articolo Morfina si trattò del modo che si può praticare per isolarla.

La narcotina può anche essere estratta dall' oppio per mezzo dell' olio essenziale di trementina. Si mette in questo menstruo, riscaldato alla temperatura di 100 C., una parte di oppio secco e polverizzato, ogni sedici parti di olio. Si mantiene il miscuglio a questa temperatura per una mezz' ora, avendo cura di rimescolare di tempo in tempo. Si filtra e si separa l' olio di trementina per mezzo della distillazione; questa può essere resa più facile con un' aggiunta di alcole, allorchè l' olio si trova ridotto a circa due parti. La narcotina cristallizza nella storta. Col raffreddamento, può ancora separarsi una parte della resina. La morfina non soffre alcuna azione per parte dell' olio di trementina.

Si può anche, secondo Robiquet, estrarre direttamente dall' oppio la narcotina che vi si trova, trattando questo corpo con l'etere solforico purificato. Diffatti è noto che la narcotina si scioglie nell' etere, e che questa proprietà è spesse fiate messa in uso per separare quest' alcali dalla morfina.

La narcotina pura essendo disciolta nell' etere o nell' alcole bollente, si depone col raffreddamento in cristalli scoloriti, ordinariamente più grandi che i cristalli della morfina, o in pagliette perlacee. Entra in fusione ad una temperatura poco elevata, prende dell' acqua e si cristallizza raffreddandosi. È insolubile nell' acqua fredda, pochissimo nell' acqua bollente, assaissimo nell' etere e negli olii grassi. Non ha come la morfina un sapore amaro, nè produce l' azzurro coi sali di perossido di ferro.

Secondo Liebig la narcotina si compone di

Carbonio	65,27
Idrodeno	5,32
Azoto	3,18
Ossigeno	25,63
	99,40.

100 di narcotina si uniscono con 9,52 d' acido idroclorico secco.

I sali di narcotina poco si esaminarono. Si ottengono col disciogliere gli acidi diluiti in tanta narcotina quanta possono prenderne e con l' evaporare la soluzione. Sono più amari che i sali di morfina e arrossano la carta di tornasole.

L' idroclorato di narcotina è solubilissimo; pure si arriva ad ottenerlo cristallizzato, secondo Robiquet, lasciando in una stufa una soluzione di questo sale ridotto a consistenza sciropposa. Dopo qualche tempo vi si formano gruppi disposti a raggi che più e più si estendono, e che finiscono con invadere il vaso sotto forma d' una massa opaca, composta di punte finissime e molto unite. Con la diseccazione questa massa si fa molto tenace, ed acquista una semi-trasparenza. Si ottengono cristalli molto più distinti, evaporando a secco l' idroclorato di narcotina sciolto nell' acqua e ripigliandolo con alcole bollente, che lo lascia deporre col raffreddamento in una massa cristallizzata.

Questo sale contiene

Narcotina	91,1
Acido idroclorico	8,9
	100,0.

L' acido solforico diluito si combina con la narcotina e dà un solfato che si può avere cristallizzato.

L' acido acetico discioglie ugualmente a freddo la narcotina; ma pare che se ne separi tosto che si fa evaporare la soluzione: si pone a profitto questa proprietà per separare la narcotina dalla morfina, poichè l' acetato di morfina è più stabile.

Wöhler fece recentemente alcune indagini sulla decomposizione della narcotina, e giunse a trasformarla in un acido nuovo che chiama *acido oppianico*, in una base organica nuova che disse *cotarnina* ed in acido carbonico.

(DUMAS — EDUARDO STAPLES — WÖHLER.)

NARDO (*Nardus*). Pianta perenne delle Alpi, il cui fiore, ugualmente che la radice, è di odore aromatico ed uno degli ingredienti della teriaca.

(ALBERTI.)

NARDO. Profumo che gli antichi estraevano dalla pianta dello stesso nome, ed era molto usato specialmente dalle donne in Oriente. Gli Indiani lo vendevano ai Persiani e questi ai Sirii, dai quali lo acquistavano i Romani. Dopo che Augusto però ebbe conquistato l' Egitto, i Romani mandarono a prenderlo alle Indie direttamente.

(RUBBI.)

NARVALE (*Monodon monoceros*, Linn.) Mammifero giganteseo del genere dei capidogli che trovasi nell' Oceano glaciale artico verso l' ottantesimo grado di latitudine, e là, dal seno di quell' eterno dominio delle brine, quasi sempre invaso dalle tenebre, cerca il proprio sostentamento fra i molluschi, affronta qualunque forza, va incontro a tutti i pericoli, ricerca la strage, assale senza essere provocato ed uccide senza motivo. Quando i narvali sono riuniti in branchi, se incontrano una balena, non mancano mai di attaccare con questo cetaceo una pugna sempre sanguinosa, di cui per lo più divengono essi medesimi le vittime.

Pretendono alcuni naturalisti che non pel particolare sentimento di un odio naturale questi animali così infuriino contro la balena, ma solamente con l' intenzione di vincerla, pel crudele piacere di divorarne la lingua, della quale sono avidamente ghiotti.

In questa specie di battaglie il narvalo ha tanto più vantaggio, in quanto che, oltre all' essere di una velocità estrema, può eziandio cogliere il suo nemico da tal distanza da non paventarne le armi; fa penetrare la sua difesa fino al cuore della balena, mentre la sua testa è tuttora molto lontana, le mena colpi raddoppiati, la trafigge, la sbrana e le toglie la vita, mentre è sicuro di non riceverne il più piccolo colpo.

La sua forma generale è un ovoide, che ha per ordinaria lunghezza quattordici a venti metri; la sua testa è grossissima e di un volume presso a poco eguale al quarto della sua lunghezza totale; la sua mascella superiore, più lunga dell' inferiore, è coperta da un labbro molto grosso, e da ambe le parti di questa mascella medesima esce un dente lunghissimo, stretto, conico dalla sua base, e che finisce insensibilmente in una punta molto acuta.

L' apertura della bocca di questo capidoglio è piccolissima, considerando l' enorme massa dell' animale; il suo occhio, ch' è molto lontano dalla commettitura

delle labbra, forma un triangolo quasi equilatero con la cima del suo muso e con l'orifizio degli sfiatatoi. Questo cetaceo ha il dorso convesso e largo, le pinne pettorali cortissime e molto strette, e i due lobi che formano la caudale, rotondi alle loro cime. Dietro gli sfiatatoi si vede una specie di cresta che vi delinea un oggetto longitudinale, il quale di là si estende fino sulla pinna caudale con una gradazione insensibile in altezza a misura che più si avvicina a questa estremità.

I due sfiatatoi sono riuniti in modo da formare un solo orifizio esterno, ch'è situato sulla parte posteriore della cima della testa, il quale orifizio è suscettibile di aprirsi e di chiudersi a volontà dell'animale, per mezzo di un opercolo frangiato e mobile, come se vi aderisse per una cerniera. L'acqua rigettata da questo cetaceo per quel canale emuntorio, si eleva ad una grandissima altezza.

Il dente del narvale fu lungamente conservato nelle collezioni dei curiosi sotto l'improprio nome di corno o difesa di liocorno, e presentavasi allora come l'avanzo di un'arma che gli antichi avevano supposto esistere nel mezzo della fronte di un narvale favoloso da essi chiamato *liocorno*, che pretendevano aver nelle forme qualche analogia col cavallo e col cervo, e di cui non hanno arrossito trasmetterci la chimerica storia.

Dacchè è stata rigettata questa erronea opinione, più non credesi, anche con l'Alberto, che tal difesa sia collocata nel mezzo della fronte del narvale, come lo pretese il mentovato autore. Un buon numero di più esatte osservazioni assicurò che nella mascella superiore di questo narvale esistono due difese, una a destra e l'altra a sinistra, e quando accade che un individuo di questa specie, giunto a tutto il suo accrescimento, non abbia che un solo di questi denti, ciò dipende dall'essere stato il suo corrispondente rotto da qualche violenta percossa o da qualche altro accidente.

Comunque sia, non è meno vero il dire che questo dente, durissimo, molto appuntato, e che ha talvolta quasi sei metri di lunghezza, dee fare crudeli e profonde ferite, specialmente quando è messo in moto da un narvale infuriato.

Quest'arme difensiva ed offensiva è scanalata a spirale in tutta la sua lunghezza, e i piani di vite che forma dalla base alla punta, sono talvolta sedici che girano ora a destra e talora a sinistra. La materia che costituisce questo dente ha qualche analogia con quella dell'avorio, e si adopera ai medesimi usi; è vuoto alla base come quello dell'elefante, che sorpassa in durezza ed in bianchezza; le sue fibre più fine non sono, come nel dente di quel quadrupede, isolate e riunite soltanto da una specie di coerenza, ma di assai più difficile rottura, la loro unione formando un complesso più compatto, più pesante, meno alterabile e meno sottoposto ad ingiallire delle difese elefantine. Il diametro di questo dente, misurato alla sua base, è spesso il trentesimo della sua totale lunghezza. I Groenlandesi ne fabbricano frecce per le loro cacce, e piuoli per le capanne.

Dal narvale comune si estrae un olio che si preferisce a quello della balena franca. I Groenlandesi amano assai la carne di questo narvale, che fanno seccare esponendola al fumo, riguardano i suoi intestini per un cibo delicato e fabbricano coi suoi tendini cordicelle che diconsi fortissime.

Avvi un'altra specie di narvale che dicesi *microcefalo (Narwalus microcéphalus*, Lac.) più piccolo del precedente, essendo lungo non più di sette a otto metri, avendo però le difese lunghe talvolta quanto tutto il corpo, dove, molto

liscie, bianchissime e striate profondamente. Traggonsene gli stessi vantaggi che dal narvale volgare.

(S. Gerardin)

NASELLO. Ferro augnatu, con un risalto o dente che ritiene il paletto a molla. Il nasellu è conficcato verticalmente nel telaiu in riscontro al palettu.

(Giacinto Carena.)

Nasello. Strumento di ferro fatto a forma di tanaglia che si adatta alle narici de' bovi e de' cavalli per tenerli in freno. (V. Morsa.)

(Gagliardo.)

NASO. I pescatori di tonno donno un tal nome ad una parte di questo animale, la quale è la più gustosa quando è salato.

(Alberti.)

Nasu *del baluardo.* L' angolo formato dall' incontru delle due facce del bastione, il quale si chiama anche *angolo difeso, angolo fiancheggiato, punta del baluardo* e con varii altri nomi.

(Giuseppe Grassi.)

NASSO. V. Tasso.

NASTRAIO. Si è già detto nel Dizionario che cosa s' intenda per *nastro*, e come diasi generalmente questo nome ai tessuti di una tal forma, qualunque ne sia la materia, dovendosi aggiugnere il nome per indicarne la quantità, come nastro di lino, di canapa, di seta o simili: a Siena però quando dicesi *nastro* s' intende di seta, e quando è d'altro chiamasi *trecciolo*, avendo poi a dire sempre se sia di lino, di lana o di che. In Roma, nella Romagna ed in Napoli il nastro è chiamsto *fettuccia*; a Torino quello di seta si dice *bindello.* Nel Dizionario venne indicato, come dicansi *padovani* i nastri di lino, di cotone, di lana e di bavella.

Venendo a parlare della fabbricazione dei nastri che costituisce l'arte del nastraio, è da osservarsi innanzi a tutto un nastro non differire essenzialmente da un tessuto liscio od operato se non che per la sua larghezza, che è senza confronto minore. I metodi di fabbricazione hanno la maggiore analogia: quantunque però nei telai pei nastri vi sieno molte parti simili e che hanno gli stessi offizii di altre dei telai pei tessuti comuni, pure le dimensioni e le proporzioni loro sono molto diverse. Alcuni telai pei nastri ne fanno un solo per volta, altri ne fanno parecchii ad un tratto, e pei nastri liscii la costruzione è poco diversa da quella dei telai pei tessuti. Quanto ai nastri operati, fino a due secoli fa non si eseguivano che su telai ad alto liccio che ne facevanu uno per volta. Con questi telai lavoraronsi i bei nastri broccati d'oro tanto in voga in Francia alla corte di Luigi XIII e XIV. Non era lecito presentarsi nelle anticamere del Louvre o nelle sale di società di Versailles se non che coperti con molta copia di nastri. Questi portavansi allora dalle scarpe fino al cappello ed erano un distintivo delle classi elevate, poichè si vendevano carissimi e si fabbricavano assai lentamente.

Un meccanico di Zurigo, il cui nome oggidì venne dimenticato, trovò finalmente la maniera di fare più pezze di nastri ad un tratto sullo stesso telaiu. La prova fattasene in Francia non ottenne dapprima tuttu quell' esito che prometteva, i fabbricatori e gli operai essendosi collegati contro questa importazione, che, a loro credere, li minacciava di prossima rovina. Sopra un telaio alla zurighese, detto anche telaio a spranga, un uomo fa più lavoro in un giornu che non ne facesse sugli antichi telai in un mese. La economia che ottenevasi nelle spese di mano d'opera doveva necessariamente far ribassare il prezzo dei nastri, ma altresì aumentarne lo smerciu, del che non si voleva persuadersi. Il governo però venne in aiuto della imprevidenza degli operai e dei fabbricatori, e stabilì premii a favo-

ra dello stabilimento di nuovi telai. In capo a vent' anni la popolazione di Saint-Chamond erasi raddoppiata, ed un viaggiatore il quale fosse passato per Saint-Etienne durante la rivoluzione non conoscerebbe più oggidì in quella città immensa la borgata sozza ed affumicata di altra volta: questo maraviglioso cangiamento deesi ad un povero meccanico di Zurigo di cui s' ignora perfino il nome.

Alcuni nastri si fanno anche oggidì nelle campagne su telai ad alto liccio ad una pezza sola per volta, e sono antichi telai, che, scacciati da quelli alla zurighese, rifuggironsi nelle montagne; ma i nastri che si fanno con essi non hanno la vivacità, la delicatezza e la grazia di quelli lavorati alla città.

In Francia, come dicemmo nel Dizionario, adoperasi per fare i nastri la seta più bella. Nell' Inghilterra usasi la seta del Bengala pei nastri di qualità inferiore; si mesce quella con la seta d' Italia pei nastri più fini, e si adopera la sola seta d' Italia per quelli più ricchi. Dicemmo pure ivi come i nastri si facciano più o meno forti secondo che si usa l' ordito a fili semplici, doppii, triplici o quadrupli, adoperando i più forti per ordini cavallereschi, cinture e simili. Quantunque anche questi nastri doppii o triplici potrebbersi fare sui telai meccanici, pure si fanno sui telai ad alto liccio, sui quali lavoransi anche quei nastri operati che devono essere fatti con grande esattezza.

La varietà dei nastri è assai grande, poichè, oltre a quelli liscii o incrociati, se ne fa a granitura, come il *pekin* ed il *gros de Naples*, di rasati che s' incrociano sul passo di una sargia o di un raso, e lavoransi al pari di quelli; in altri una parte della larghezza è rasata, l' altra velata, talvolta una parte è broccata o vellutata. Queste varie qualità si fanno sul telaio alla Jacquart. (V. questa parola.) I nastri vellutati si fanno sui telai da velluti; quelli vellutati in parte soltanto si fanno sui telai alla Jacquart, cui si aggiugne un altro ordito pel pelo delle parti vellutate.

Descriveremo primieramente un telaio pei nastri nel quale lavorasi a mano, e con calcole coi piedi, come nei soliti telai pei tessuti. Ciascun ordito occupa una spuola speciale: l'apparato per islanciare la spuola ha forma simile ad una scala, e scorre orizzontalmente in una scanalatura fatta nella cassa. Il tutto vien posto in moto dall' azione reciproca del manico posto al mezzo del cappello: ciascuna traversa della scala è fatta in guisa da battere da destra a sinistra su entrambe le spuole tra le quali trovasi posta. Questo telaio non abbisogna di subbii: l' ordito pende da una puleggia, tiene un peso alla cima, ed i nastri vengono avanzando mano a mano che sono fatti. Questo movimento è regolato in modo che la cassa urtando contro la ossatura del telaio viene a battere con forza sufficiente nel tessuto. Il peso anzidetto tragge ugualmente poco a poco sulla puleggia il nastro a misura che è fatto, e conduce innanzi d' altrettanto l' ordito, sicchè il lavoro dell' operaio è interrotto solo quando i pesi hanno percorsa tutta l' altezza del telaio. Rotolasi allora il nastro fabbricato, tendonsi nuovi pezzi di ordito, riportansi i pesi in alto ed il lavoro continua. Alcuni di questi telai sono costruiti in modo da evitare questa interruzioni, al che basta un semplice meccanismo pel quale il nastro si ravvolga e l' ordito si tenda a misura che prosegue il lavoro.

Vedesi il telaio di cui parliamo nella fig. 1 della Tav. XCVII delle *Arti meccaniche*. *a* è uno dei rocchelli sui quali sono ravvolti gli orditi, e che fanno gli offizii dei subbii dei telai comuni. Da questi rocchelli gli orditi passano sulle puleggie *b*, e vengono tesi col mezzo di pe-

si *c*; ogni ordito tiene un peso simile. Può vedersi che ciascun ordito partendo da queste pulegge scende orizzontalmente sotto al rotolo *d* che è al livello della strada percorsa dalla spuola. A questo rotolo è attaccato un pettine *e*, simile a quello contenuto nella cassa; questi pettini sono necessarii per dividere i fili dell' ordito.

La disposizione delle lame, il passaggio dell' ordito attraverso di esse e nel pettine della cassa, sono come nel telaio comune, con questa sola differenza che l'ordito di ciascun nastro passa in un pettine separato.

Il nastro compiuto passa sul rotolo *f* che sta in luogo del subbio anteriore dinanzi all' operaio, di là va diagonalmente al rotolo *g* posto sui ritti del telaio, poi s' innalza perpendicolarmente per passare sulle pulegge *h*, ove sostiene il peso i, e di là scorre sulle pulegge *j* per arrivare al rocchello *k* posto sul dinanzi del telaio al di sopra del capo dell' operaio, che vi ravvolge il nastro di tratto in tratto quando i pesi sono al termine di loro corsa.

Nella fig. 2 vedonsi il cappello e le spuole *l l*; *m* è la impugnatura mediante la quale cacciasi la traversa; questa impugnatura ha un moto orizzontale e semicircolare, ed è coperta da un pezzo di legno che cammina con essa. Le linee punteggiate *m'* indicano il movimento laterale di questa impugnatura. Il mutamento di luogo operato dal movimento delle spuole quando vanno da un lato all' altro è indicato dalle linee punteggiate *l'*. Il retrocedimento della impugnatura *m* riconduce tutte le spuole alla posizione primitiva; *n* è la posizione del fermo contro al quale viene a battere la cassa e che ne regola il movimento, come già si disse.

Questi telai sono usati specialmente a Coventry, che da molto tempo è la città principale dell' Inghilterra per la fabbricazione dei nastri. Vi si adoperano 10000 di questi telai un terzo dei quali soltanto sono semplici, cioè costruiti in guisa da fare una sola pezza di nastro per volta, servendosene per fare i nastri operati: gli altri servono pei nastri semplici. Dopo la legge sulle sete straniere gli operai di Coventry fecero tali progressi che i loro prodotti possono gareggiare con quelli francesi.

Ornansi sovente le cimosse dei nastri con dentelli rotondi od angolari, il che ottenevasi prolungando l' ordito alquanto al di là delle cimosse del nastro. Per operare regolarmente e formare i denti che si volevano adoperavansi crini di cavallo che passavansi nelle maglie dell' armatura come i fili dell' ordito, e si levavano a misura che il nastro era fabbricato e ravvolgevasi sulla puleggia. Questi crini erano disposti sul telaio in guisa da adattarsi al disegno che volevasi fare. La fig. 3 darà una idea di questo metodo. Le linee *a a* rappresentano gli orli del nastro; *b b* la trama; 2, 4, 6, 8 indicano il numero di crini abbracciati dalla trama.

Questo metodo oggidì più non si usa, e vedemmo nel Dizionario quale siavisi sostituito.

Nel telaio che abbiamo descritto i varii movimenti necessarii alla tessitura sono prodotti dalle mani e dai piedi dell' operaio. In altri però di più industriosa costruzione, tutti questi varii movimenti si riferiscono ad un moto principale e continuo, che qualsiasi motore trasmette ad un manubrio o ad altra parte della macchina: meccanismi opportuni decompongono questo movimento, lo dirigono e lo comunicano a tutte le parti mobili contenute in questi telai che diconsi *telai meccanici*. Vedesi l' uno di essi, del quale daremo adesso la descrizione, nelle fig. 4 a 11 della Tav. XCVII delle

Arti meccaniche. Tutti i movimenti di questa macchina derivano dal girare della puleggia 28 (fig. 4). L'operaiò che la fa girare non agisce su di quella direttamente, ma sopra una spranga 29, che comunica con la puleggia mediante un' asta 30, adattata da un capo alla spranga 29, ed all' altro ad una caviglia eccentrica fissata sulla puleggia 28. Dall' altra parte della macchina vi è un' altra puleggia simile, ed in conseguenza un' altra asta.

Tirando e spignendo alternatamente la spranga 29, l' operaio fa girare l' asse su cui sono le due pulegge 28. Il sito che occupa questo operaio dinanzi al telaio, lo pone al caso di sorvegliarlo direttamente e di avvedersi di tutti i disordini che accader vi potessero.

Il movimento principale e continuo onde abbiamo parlato, produce i movimenti che seguono: 1.° innalza e abbassa i licci; 2.° slancia i fili di trama; 3.° dà alla cassa il moto oscillatorio che le è proprio; 4.° fa avanzare l' ordito a misura che s' inoltra la tessitura.

Le calcole dei licci 23 sono due sole pei nastri semplici ed in maggior numero per quelli operati: sono tutte attraversate nella parte posteriore da un pernio intorno al quale girano; sul dinanzi vengono, ciascuna alla sua volta, premute da bocciuoli adattati all' asse 4, i quali agiscono su piccoli rotoli incassati nelle calcole L' asse delle pulegge 28 comunica il moto all' asse 4, mediante gl' ingranaggi 25 e 26. L' azione delle calcole 23 produce l' innalzamento dei licci 18. La comunicazione fra queste calcole e questi licci si fa con isspranghette che corrispondono ad una leva in bilico 14, che pone in moto le leve 16, cui si attaccano le corde dei licci.

Si sa essere scopo dei licci quello di aprire l' ordito, perchè vi si possano intrecciare i fili di trama, che le spuole vi introducono: nel telaio del tessitore una sola spuola basta; ma in quello di cui parliamo la cosa è diversa, adoperandosene tante quanti sono gli orditi di nastri che contiene. Questi orditi, di piccolissima larghezza, sono disposti paralelli sul telaio, separati da intervalli regolari, i quali favoriscono il lavoro delle spuole, di cui vedesi una indicazione a parte nella fig. 10.

Tutte queste spuole adattate alla cassa del pettine sono mosse da una sega dentata *r r* (fig. 9) che agisce sopra rocchetti *s s*, due dei quali corrispondono a ciascuna spuola: questi rocchetti agiscono sopra una piccola sega dentata *x x* (fig. 10) adattata sulla spuola medesima; uno dei rocchetti le dà un moto rettilineo di trasporto in un senso, l'altro la fa retrocedere. Ora si vede che basta adunque dare alla sega dentata *r r* un movimento rettilineo alternativo per far avanzare e retrocedere simultaneamente tutte le spuole, ed in conseguenza perchè ad ogni movimento stendano un filo di trama.

La sega dentata *r r* vien posta in moto da due calcole 10 che bocciuoli fissati sull' asse 4 premono successivamente. A queste calcole sono attaccate corde di minugia che passano sopra pulegge fissate sui fianchi del telaio, e vanno a terminare da ciascun lato alle cime della sega dentata *r r*. Nelle figure non vedonsi le pulegge onde parliamo. Abbiamo adunque veduto calcole mosse da bocciuoli esser quelle che fanno muovere i licci, e calcole mosse da altri bocciuoli quelle che trasmettono il moto alla sega dentata delle spuole.

La cassa *g*, *g* è sospesa all' alto del telaio sull' innanzi della leva in bilico 14. Il moto oscillatorio della aste 30 ad ogni gita e ritorno trasmette un moto analogo alla cassa, mediante una cavicchia *x* che attraversa la cima inferiore della cassa in

una fenditura che le permette di agire per ispignere e tirare questa cassa.

Rimane ore a vedere come sieno collocati su questo telaio gli orditi dei nastri. Alcuni rocchelli 40, ciascuno dei quali tiene la seta dell' ordito di un nastro, sono infilati sopra pernii piantati orizzontalmente all'indietro del telaio sulla traversa superiore. L' ordito, partendo dal rocchello, si inoalza un poco per passare sopra un rotolo 31; di là dirigesi sopra una puleggia 32, scende sotto una puleggia mobile 33 caricata d' un peso, risale sulla puleggia 34; ridiscende, passa sotto un rotolo 35 ed in un pettine stabile 36. Questo pettine o grata tien luogo delle lame dei comuni telai. Al di là di questo pettine l' ordito attraversa i licci, poscia il pettine della cassa, quindi passa fra le spuole negli intervalli che le separano. Ivi formasi il nastro; questo passa poi sopra un filo di ferro 2, scende sopra un rotolo stabile 3, posto 7 a 8 pollici al disotto, torna verso il fondo del telaio dove trova un cilindro girevole 4; il nastro si innalza; viene portato sopra una puleggia 5, ridiscende sotto la puleggia mobile 6 caricata d' un peso; risale sull' ultima puleggia 7, e subito dopo discende in una fenditura fatta nella spranga trasversale 8 posta dietro al telaio e fissata sui proprii ritti, donde finalmente cade in un truogolo 39.

È da osservarsi in questo telaio un liccio particolare 15, detto *liccio dei crini*, mosso da leve 15 che ricevono il loro moto dai bocciuoli onde abbiamo parlato. Come già dicemmo, i crini servono a fare l' addentellato alle cimosse; sono attaccati a funicelle che passano in una traverse orizzontale 11, posta dinanzi ed al basso delle colonne 12. Queste funicelle tengono palle di piombo 14 che servono di contrappesi.

Per far agire questo telaio, l' operaio, impugnata la sprenga 29, la spigne e la tira. Essa agisce sulla caviglia eccentrica della puleggia 28, e le dà un moto di rotazione che trasmettesi all' ingranaggio. Questo fa girare l' asse 4 guernito di bocciuoli, alcuni ovali che fanno muovere le calcole dei licci, ed altri che mettono in moto la sega destata delle spuole. I bocciuoli che producono questo ultimo effetto sono angolari, affinchè il rimando delle spuole facciasi con una specie di scosse ed a colpi secchi.

Indicando i varii giri che fa ogni nastro sul telaio, si disse che passa da ultimo in una fenditura in cui è trattenuto. Quindi il peso della puleggia operando continuamente attrae il lavoro a misura che avanza. Quando questo peso è vicino a toccar terra, tirasi il nastro fino a che il peso sia risalito quanto più alto è possibile, se lo fissa nella fenditura con una bietta che lo strigne e trattiene.

Da altra parte l'ordito svolgendosi mano a mano ed a misura che compiesi la tessitura, fa risalire il peso della puleggia 33, che dev' essere minore del precedente: quando è giunto in alto, l'operaio rilascia tanto ordito quanto ne occorre perchè il peso trovisi al livello del rotolo vicino al pettine stabile.

La fig. 11 rappresenta uno dei licci traforati che si adoperano su questo telaio. Le figure 5 e 6 indicano piante di questo telaio prese ad altezze diverse. Nelle fig. 7 e 8 veggonsi due mezze sezioni, prese l' una al di là dei licci, l' altra al dinanzi del pettine.

Proseguendo a mostrare i telai pei nastri sempre più perfezionati e resi facili all' uso, daremo adesso la descrizione di quello di P. Fairbairn, meccanico di Leeds, per essere mosso dall' azione del vapore o di qualsiasi altro motore inanimato.

I principali caratteri dei perfezionamenti introdotti per tale oggetto nel ta-

laio da nastri da Fairbairn si possono riassumere nei seguenti :

1.° Particolare disposizione dei congegni e della cassa, e del meccanismo che li fa agire.

2.° Metodo per passare la spuola col mezzo di leve a punte poste in moto da rastrelli a segmento di circolo.

3.° Modo pel ravvolgimento dei tessuti, e per regolarlo dietro l' aumento di diametro del subbio.

4.° Meccanismo per sospendere le evoluzioni del telaio nel caso che la spuola non compiesse il suo cammino.

5.° Combinazione di molti telai simili tutti indipendenti l' uno dall' altro, benchè mossi da un asse orizzontale comune che stendesi lungo tutta la serie.

La fig. 1 della Tav. XCVIII delle *Arti meccaniche* rappresenta una veduta geometrica in alzata del telaio ; si è tolto una parte della ossatura per farne vedere l' interno meccanismo. La fig. 2 mostra lo stesso telaio veduto in alzata per dinanzi. La fig. 3 rappresenta la cassa del telaio veduta per dinanzi. Le stesse lettere indicano i medesimi oggetti in tutte tre le figure.

A. Subbio o rotolo posteriore su cui si ravvulge l' ordito ;

B. Braccio adattato alla parte posteriore dell' ossatura che serve a portare questo subbio ;

C. Punte od aghi stazionarii che servono a guidare l' ordito ;

D. Verga ;

E. Licci ;

F. Cassa ;

G. Subbio anteriore ;

H. Scaricatore o secondo subbio ;

I. Coreggia di sfregamento o di tensione dei subbii A a H ;

J. Puleggia montata sul subbio H e sulla quale ravvolgesi la coreggia di sfregamento ;

K. Puleggia di rimando della coreggia ;

L. Leva a peso cui sono attaccate la staffe delle pulegge per tenere teso a dovere l' ordito ;

M. Asse orizzontale principale che si estende su tutta la lunghezza del telaio ed anche a tutta una serie di telai. Questo asse è sorretto da guancialetti convenientemente disposti alla parte inferiore della ossatura ;

N. Puleggia fissa sull' asse M e che comunica il moto che riceve mercè una coreggia da una macchina a vapore o da qualsiasi altra forza ;

O. Altra puleggia montata anch' essa stabilmente sull' asse M ;

P. Coreggia eterna che abbraccia la puleggia O ;

Q. Puleggia stabile corrispondente su cui passa la coreggia eterna ;

R. Asse a manubrio che gira in guancialetti stabiliti sulle traverse della ossatura ;

S. Puleggia folle su cui gettasi la coreggia quando si vuole sospendere il moto del telaio ;

T. Volante montato sull' asse per regolarne il moto ;

U. Cassa che tiene il pettine, la spuola e il congegno pel maneggio di questa ;

V. Braccia della cassa cha girano sopra pernii portati dalle traverse inferiori dell' ossatura ;

W. Spranga di comunicazione fra l' asse a manubrio R e la cassa cui è unita con una chiavarda : è dessa che comunica il moto alternato o di vibrazione allacassa ;

X. Ruota dentata montata sull' asse a manubrio R.

Y. Altra ruota dentata cha ingrana con la precedente, avendo un diametro doppio di quella ;

Z. Asse della ruota dentata Y con eccentrici, a che gira in guancialetti montati sopra mensole.

Tale si è la costruzione generale del telaio; vedremo adesso in qual guisa produca la tessitura e descriveremo le parti secondarie del meccanismo, mediante le quali si fanno le evoluzioni.

Essendosi tesi i fili dell' ordito come venne spiegato, ed essendosi applicato il movimento all' asse girevole M mediante la puleggia N infissavi, la prima cosa da farsi per mettere in attività il telaio è quella di alzare l' asta verticale *a*, tirando in su la sua impugnatura posta alla parte anteriore e superiore del telaio, ponendola nella posizione in cui vedesi nella fig. 1. Una molla che scorgesi un poco al di sotto di questa impugnatura, serve a spingere innanzi questa asta, ed a tenere un incavo di essa impegnato con un dente di fermo *b* che ha l' asta sollevata, e per conseguenza mantiene in azione il telaio fino a che occorra arrestarlo.

La parte inferiore di questa aste verticale è attaccata e cerniera ad una leva *c* (fig. 2) fissata alla cima d' una spranga orizzontale *d*, che gira a sfregamento in un foro praticato in una traversa della ossatura. L' altra parte di queste spranga, quella che è al di là della traversa, tiene un braccio e unito a cerniera con un guida-coreggia a pernio.

Allorchè adunque sollevasi l' asta verticale *a*, si fa bilicare la leva *c*, la quale fa girar leggermente la spranga *d*, che, col suo braccio obbliga il guida-coreggia a girare sul proprio pernio ed a rispingere la coreggia P dalla puleggia folle S sulla puleggia fissa Q; per conseguenza, l' asse a manubrio R prende un moto che comunica con le ruota dentate X ed Y all' asse ad eccentrici Z.

Posti in moto così questi due assi R e Z, il manubrio del primo spignerà e ricondurrà la spranga W, e in conseguenza darà alla cassa U il necessario moto di vibrazione; gli eccentrici del secondo, sollevando alternativamente le calcole *g g*, faranno sollevare uno dei licci E mentre l' altro discenderà, e così apriranno l' ordito per lasciar passare le spuola.

Inteso in qual modo si maneggino i licci, aprasi il passo e mettasi in azione la cassa, diremo ora con quale meccanismo si cacci la spuola da una parte all' altra della cassa; per farlo meglio comprendere rappresentossi nella fig. 3 questa cassa separata dal telaio e veduta per dinanzi. U U è la cassa, V V le braccia di essa ed F il pettine. La spuola *h* muovesi da un lato all' altro del telaio in una scanalatura *i* della cassa, mediante le cime appuntite di due leve *k*, le cui punte entrano alternativamente in cavità fatte nel corpo stesso della spuola, e siccome queste leve hanno un moto alternativo, così trasportano questa spuola da una parte all' altra attraverso l' apertura del passo dell' ordito.

Queste leve appuntite ricevono il moto da bocciuoli montati supra l' asse Z, i quali agiscono sulle leve *l l* snodate con le spranghe a gomito *m m*. Le cime di queste ultime sono attaccate alle braccia di un segmento dentato o rastrello *n n* (fig. 3) che gira sopra una chiavarda posta al centro d' una spranga fissata alla parte superiore delle braccia o staggi della cassa. In conseguenza, quando i bocciuoli sollevano o abbassano le leve *l l*, le spranghe a gomito *m m* salgono e scendono e danno un moto alternativo al segmento dentato.

Questo segmento ingrana in un altro simile *o* attaccato alla parte superiore di una leva a forcella *p*, imperniata sopra una traversa attaccata al basso alla cassa. In conseguenza, quando il rastrello *n* vibra, quello *o* e la leva *p* fanno lo stesso.

La leva a forcella *p* tiene sul proprio asse una leva in bilico *q* sulle cui cime sono montate ugualmente su questi assi

la leva a punte k; alla parte inferiore di ognuno dei bracci della forcella, vi sono intagli r, i quali, ad ogni vibrazione della leva, entrano alla loro volta in presa con un quadrato s montato sopra ciascuna delle leve k. È in tal modo che la leva p fa passare le punte delle leve k con movimento alternativo dinanzi al lungo ove la spuola attraversa il passo, e perchè le punte delle leve k entrino od escano a tempo opportuno nei fori della spuola, alcune guide t t sono stabilite sul dinanzi della cassa per ricevere i rotoli u u attaccati alle leve a punte k.

Queste leve k avendo un moto alternativo si vede che i rotoli condotti dalle guide t t innalzeranno la punta di ciascuna leva all' avvicinarsi della spuola, per far entrare questa punta nel foro destinatole, e che ogni leva s' impadronirà così della spuola, per abbandonarla solo quando avrà compiuto il suo lavoro da quel lato.

È da avvertirsi che sarà utile porre dinanzi alla parte della cassa ove sono scavate le guide t t, una piastra di metallo per mantenere le leve k esattamente in contatto con questa faccia della cassa. Questa piastra si è levata nella fig. 3, ma è al suo posto in V nella fig. 2.

Spiegato così interamente quanto riguarda il meccanismo della tessitura, rimane a descriversi il congegno pel quale il tessuto si ravvolga sul subbio, e dire come siasi giunti a regolare questo ravvolgimento, sicchè il moto sia sempre uguale, malgrado che il prodotto si accumuli sullo scaricatore.

Allo staggio V della cassa è legata una spranga u mediante un pirone che scorra in una scanalatura fatta in questa spranga (fig. 1) lo che le permette di scorrere più o meno durante le vibrazioni della cassa. L' altro capo di questa spranga è attaccato ad un braccio x d' una leva a tre braccia x, y, z, montata sopra un asse a' fissato sul destro lato della ossatura della macchina. Su quest' asse è infilata e gira liberamente una ruota a caricatura b' a denti finissimi; un nottolino c' attaccato al braccio y della leva a tre braccia, poggia su questa ruota a caricatura.

Quando la cassa vibra la spranga w comunica un piccolo moto di rotazione alla leva a tre braccia e ad ogni colpo della cassa il nottolino fa passare alcuni denti della ruota a caricatura b' e la spinge dinanzi a sè. Un rocchetto posto sullo stesso centro di questa ruota a vicinissimo ad essa ingrana nella ruota dentata d' che gira liberamente sopra un altro asse, ed un altro rocchetto e' montato su questa ruota, conduce alla sua volta la ruota dentata f' fissata sul subbio scaricatore H.

Così il moto che la ruota a caricatura b' riceve dalle vibrazioni alternative della cassa, viene trasmesso da una serie d' ingranaggi allo scaricatore H che gira così lentamente e ravvolge il tessuto finito che riceve dal subbio anteriore G.

Siccome però la velocità del moto di ravvolgimento del tessuto sullo scaricatore H dee diminuire a proporzione che il diametro di questo si aumenta, giungesi a regolare questo effetto mediante un rotolo g' portato dalla estremità di una leva h' snodata in i sopra una chiavarda. Questo rotolo corre sulla periferia dello scaricatore col quale viene sempre tenuto a contatto da un peso attaccato all' altro braccio della leva. A questo secondo braccio della leva è pure unita un' asta ascendente k che passa in una guida ed è provveduta d' un piccolo dente l sul quale poggia il braccio y della leva a tre braccia x y z. Per conseguenza, a misura che cresce il diametro dello scaricatore H, il rotolo è abbassato, l' altro braccio della sua leva si rialza e trae seco l' asta k' e il suo dente l' che limita la grandezza della

corse della leva a tre braccia, il nottolino c' non potendo allora passare che un minor numero di denti della ruota a caricatura per ogni colpo della cassa.

Ecco da ultimo il meccanismo che permette di sospendere le evoluzioni del telaio. Si disse più sopra che per porlo e mantenerlo in attività conveniva che l'asta verticale *a* fosse tenuta sollevata sulla spranghetta di fermo *b*. Questa spranghetta di fermo è montata sopra due leve in bilico perpendicolari *m m* i cui assi sono fissati sopra traverse della ossatura. A misura che la leva a tre braccia vibra pel moto della cassa, come venne detto, un dente che tiene il braccio *z* portasi contro un risalto posto sulla faccia inferiore di una leva d'appuntellamento *n* e spigne questa leva che trae la spranga di fermo *b* e le leve in bilico *m* che vi si trovano unite.

Questo movimento non è tuttavia sufficiente per liberare affatto la spranga di fermo dall'asta *a*, preparandola soltanto affinchè quest'asta possa essere facilmente disimpegnata, nel caso che, per qualsiasi accidente, la spuola si arrestasse fra i fili dell'ordito.

Sopra una piastra, che vedesi sul dinanzi del telaio immediatamente al di sotto del subbio anteriore G, vi è una leva a forcella *o* montata sopra un asse *p*. Le estremità delle braccia biforcate di questa leva sono curvate all'ingiù, come si vede nella fig. 1, e l'altro braccio della leva ha un becco *q* che è a contatto con un dito *n* portato sopra un piccolo asse *s* che si stende al dinanzi su tutta la larghezza del telaio. Questo dito *r* è tenuto contro al becco della leva da una corda a peso attaccata ad una puleggia montata sull'asse *s*. Un altro dito *u* fissato sullo stesso asse agisce contro l'appuntellamento della leva *n*.

Ora nel caso che la spuola *h* s'arresti nella strada *i i*, la cima di questa spuola spinta dalla cassa del pettine batte contro uno dei bracci della leva a forcella *o*; questa leva bilicasi ed in conseguenza abbassa il becco *q*, il quale fa retrocedere il dito *r* montato sul piccolo asse *s*. Il movimento di rotazione comunicato in tal guisa a quest'asse fa allora che il dito *u* rispinga alla sua volta la leva *n* che tira indietro la spranga di fermo *b*, la quale sosteneva ancora l'asta *a*; questa non avendo più punto di appoggio discende tosto e fa bilicare la leva *c*, girare la spranga *d*, muovere il guida-coreggia *f* che invia la coreggia dalla puleggia fissa su quella folle; col che i movimenti del telaio rimangono sospesi.

Finalmente, questa macchina ha la proprietà di poter riunire una serie di telai stretti in una ossatura generale, ponendoli gli uni accanto agli altri, in guisa che le parti laterali dell'uno servano ugualmente allo stesso uso per quello che vi è adiacente; essendo mosso il tutto dall'asse orizzontale comune H, che estendesi a tutta la serie, quantunque ciascun telaio sia indipendente dal vicino e possa farsi agire col suo particolare meccanismo e con la coreggia sua propria.

Moltissimi furono poi i miglioramenti ed innovazioni introdottisi nei telai per la fabbricazione dei nastri, sicchè ci limiteremo a citare qui i principali soltanto.

Negli ordinarii telai ove si fanno molti nastri ad un tratto sopra un medesimo piano, la larghezza di nastri che può ottenersi è sempre limitata a 65 o 68 millimetri pei nastri liscii ed operati, ed a 70 per quelli vellutati, ed ancora i telai che fanno queste larghezze straordinarie sono assai rari, a motivo delle difficoltà che presenta la fabbricazione, le quali sono sì grandi da riuscire insuperabili a quelli che volevano oltrepassare siffatte larghezze. Boutarel e Reverchon giunsero a vincere

questi ostacoli in un telaio destinato a fare varie pezze di nastri o di tessuti ad un tratto, l' una al di sopra dell' altra. Con nuovo artifizio questo telaio riceve l' applicazione del meccanismo di Jacquart, mediante alcuni leggeri cangiamenti, potendo allora eseguire con tutta facilità ogni sorta di lavoro operato senza eccezione. Questo telaio ha inoltre il vantaggio che lo stesso operaio fa il doppio di pezze che coi comuni, avendovi una seconda serie orizzontale posta sotto alla prima che ripete con facilità la fabbricazione superiore. Finalmente questo telaio medesimo può anche fabbricare tre o quattro di queste doppie pezze l' una accanto all' altra.

Bourquin diede una cassa meccanica destinata alla fabbricazione di tre nastri operati ad un tratto con un solo operaio. Ciascuna delle tre pezze di nastri è tessuta con cinque spuole a rotazione mosse da parti impegnate ad un solo movimento. Questa cassa può disporsi in guisa da fare quattro, cinque ed anche più nastri, aumentando solo il numero dei congegni meccanici.

In una cassa di Maget e Vallet, il meccanismo consiste principalmente in un cilindro mobile posto nella parte inferiore. Su ciascuna faccia di questa cassa avvi una spuola incassatavi in iscanalature per modo da percorrere liberamente tutta la lunghezza del cilindro. Il numero delle spuole può variare secondo la dimensione del cilindro e la qualità del nastro. Il cilindro, girando sopra sè stesso, presenta successivamente ciascuna delle sue facce al caccia spuola, posto nella parte superiore della cassa, e fa così che ciascuna spuola possa fare il numero di colpi voluto per la formazione del disegno. Il cilindro porta-spuola riceve il movimento occorrente da un tamburo o ruota dentata, cui sono adattati tasti di varie dimensioni che incontrando una calcola o pedale, danno un moto di bilico o di oscillazione a mulinelli a varie braccia, i quali trasmettono un movimento simile al cilindro porta-spuole mediante altro cilindro orizzontale: questa azione produce il cangiamento di spuola. Il metodo impiegato in questa cassa, per ciò che può dirsi l' *afferramento (crochetage)* delle spuole, consiste in lamine o coltelli a puleggia che scorrendo sopra un piano curvilineo, si alzano o si abbassano per prendere o lasciare alternativamente la spuola dopo averle fatto fare la strada dovuta. Questi coltelli sono mossi da un conduttore col mezzo del metodo ben noto della mezza-luna. La cassa di Maget e Vallet può adattarsi a tutti i metodi e ricevere l' applicazione di qualsiasi forza motrice.

Plauchet, meccanico di Saint-Étienne, fece una cassa pel telaio da fare i nastri di seta. La sua invenzione consiste nella disposizione del caccia-spuola, la costruzione della cassa del resto essendo quella che ordinariamente si adopera.

La cassa di Roche d' Olagnon è atta alla fabbricazione di ogni specie di nastri e non esige che un solo caccia-spuola. Il meccanismo conduce a destra ed a sinistra due pernii ed un carro a rotoli che prende le spuole. Questo meccanismo si applica a quel numero qualunque di spuole che esigesse un telaio.

La cassa in varii piani per la fabbricazione dei nastri di Pitiot e Gariot può adattarsi a tutti i telai per le seterie; ha tutti i vantaggi del telaio a spranga senza averne i difetti.

Boivin in una cassa da lui imaginata adoperò il corno ed il feltro per addolcire gli attriti degli ingranaggi. Le parti essenziali girano su perni a punte d' acciaio polito, che soffregano contro incavi di corno i quali conservano l' olio per rendere dolci i movimenti senza timore di

macchiare la seta. Il regolo dentato che fa agire i rocchetti, è solcato in maniera da ricevere sui denti una striscia di feltro o di lana con molto apparecchio, e molto più solido che non occorra per l'effetto che dee prodorre. Questo feltro produce un moto assai dolce. Le seghe dentate delle spuole sono di corno di bue. Il regolo dentato che fa muovere i rocchetti è posto dalla stessa parte che l'ingranaggio delle spuole. I piccoli rocchetti sono posti orizzontalmente e i denti non possono raggiugnere nè l'ordito nè la trama.

Nella Svizzera avvi un telaio a spranga per tessuti a due spuole, per la fabbricazione dei nastri operati e broccati, col quale possono farsi molte pezze ad un tratto. Peyre, meccanico di Saint Etienne, vi fece un perfezionamento pel quale può aumentarsi il numero delle spuole, lo che si fa aggiungendo sul dinanzi della cassa, un porta-uncino a più spuole cui trasmettesi il moto d'alto in basso con un tamburo o con un meccanismo alla Jacquart. Questo porta-uncino sale e scende secondo il moto che gli vien dato, ed è in questo moto che consiste la importanza di questa cassa; quantunque v'abbiano molte spuole non passa mai che quella voluta dal disegno. Col tamboro non può eseguirsi un disegno il quale abbia un altezza maggiore di ottanta colpi di cassa: pegli altri conviene ricorrere al meccanismo Jacquart.

La cassa di Oudet ed Arnaud, atta a tessere i nastri broccati a varie spuole, sopra telai per più pezze ad un tratto, componesi: 1.° di un motore che dà la spinta orizzontale alle spuole; 2.° d'una lumaca con caricatura, che dà alle spuole il moto verticale; 3.° di uncini a scanalatura che tengono varie file di spuole; 4.° d'una squadra per guida delle spuole; 5.° d'una molla o fermo posta nella scanalatura delle spuole. Gli uncini a scanalatura fanno successivamente lo stesso offizio che quelli delle spuole, servendo di guida alla spuola che dee farli agire. Questi uncini possono essere in due e fino in dieci file o piani. Le squadre sono collocate dietro agli uncini a scanalatura, nell'intervallo fra una pezza e l'altra ed all'altezza dell'ordito del tessuto. Il loro moto circolare ha luogo orizzontalmente; sono fissati sopra un pernio che gira con essi, e si fanno agire con una doppia catena a rotazione.

La cassa di Roullet di Lione è a molte spuole e destinata alla fabbricazione dei nastri a mazzetti di fiori broccati di varii colori.

Nella cassa di Preynet, le spuole sono condotte da uncini che le rimandano alternativamente; ha per motore una ruota che nel compiere il suo mezzo giro, conduce e manda alternativamente una sega dentata, la quale scorrendo traesi dietro piccoli uncini adattati ad una bacchetta o ad una scanalatura, i quali, formando scappamento, ripassansi le spuole gli uni agli altri. Secondo i membri del Consiglio degli esperti di Saint-Étienne, questo meccanismo ha il vantaggio di potersi adattare a tutti i telei alla zurighese, a tamburo od a Jacquart, e di essere meno costoso di quelli impiegati finora.

Royet di Saint Etienne fabbrica nastri che dice tessuti operati pennacchiuti *(panachès)*. Il merito di essi sta nella moltiplicità e vaghezza degli effetti di colori prodotti da un pelo lustrato o stampato nell'ordito. Non si possono dare ulteriori notizie su questo genere di fabbricazione, che tiensi secreto, formando in Francia il soggetto d'un privilegio esclusivo.

Chretien e Sourd di Lione inventarono un meccanismo per la fabbricazione dei nastri ed altri tessuti larghi lisci. La partenza della spuola vi ha luogo senza l'opera della mano, mediante un parti-

colare congegno, sicchè l' operaio, non avendo impegnata che una sola mano, lavora con minore incomodo e più leggerezza. Erasi cercato inutilmente un mezzo per evitare il retrocedimento della spuola sul lavoro, e per tenerla in posizione fissa, senza strignerla molto, perchè non ne riuscisse troppo impetuosa la partenza: Chretien e Sourd imaginarono per tal fine un pezzo di fermo con una molla a due braccia; la cima dell' una di queste braccia è fissata con due viti in alto del tallone della cassa: può caricarsi più o meno a mezzo di una vite che s' impegna in quel braccio, e che appuntellandosi contro il basso del tallone medesimo l' allontana da quello o lascia che vi si avvicini, e con ciò preme più o meno contro la spuola. Mediante questo metodo si possono lavorare con facilità otto dei nastri più larghi ed anche fare varie pezze di tessuti larghi e lisci e molto regolarmente, perchè il moto comunicato alle spuole è sempre uniforme, e non riceve scosse o balzi dalla mano dell' operaio. Questi meccanismi procurano altresì una grande celerità di mano d' opera.

Mercoiret, di Saint Etienne, fabbricò nastri-cordoni per cinture, osservabili per la loro forza, qualità necessaria a questa sorta di prodotti. Questo fabbricatore è privilegiato pel metodo detto *a passo-aperto* che si applica al telaio Jacquart, e che sembra più vantaggioso d' ogni altro per fare i nastri-cordoni.

Nelle casse per tessere i nastri di Sagnard di Saint-Étienne, le spuole ricevono l' azione da un ingranaggio di cuoio bollito che evita l' uso dell' olio. Questo meccanismo consiste in una sega di legno coperta di cuoio bollito e preparato, prolungandosi ed operando in tutta la lunghezza della cassa con una forza uguale su tutti i punti. Questa sega mette in azione due rotelle di rame dentellate per ciascuna spuola, le quali rotelle fanno agire la spuola con dolcezza e regolarità nello spazio destinato al moto di essa. Sulla spuola trovasi una rotella piatta, destinata a tener ferma la spuola là dove si dovette condurla, e per conseguenza a secondare l' azione che le è trasmessa dalle rotelle dentellate, senza mai inceppar la. Questa spuula ha il vantaggio di preservare l tessuto da ogni macchia d' olio, poichè non se ne adopera, supplendovi con l'uso del cuoio bollito preparato, che conserva sempre lo stesso grado di pieghevolezza e di elasticità.

Una cassa imaginata da Pergier che adattasi al meccanismo alla Jacquart per la fabbricazione dei nastri, ha la proprietà di economizzare la mano d' opera, di accelerare il lavoro e di facilitarlo; è formata di due aghi per ciascuna spuola, che sono fissati da un capo ad un chiodo a vite al di sotto della cassa; questi due aghi sono incrociati al basso e formano come un compasso nell' alto; si muovono scorrendo in due piccoli pezzi girevoli condotti da un solo caccia-spuola.

La cassa di Palle, meccanico a Saint-Étienne, è a scappamento ed applicabile ai telai a tamburo od alla Jacquart, la ruota motrice essendo montata sopra due sostegni di ferro torniti e regolati da scanalature. La spranga conduttrice è tagliata a sega dentata da un lato per ingranire con la ruota; è montata sopra staffe a rotelle regolate anch' esse da scanalature e con un fermo fissato con viti; fa la sua corsa fra due risalti attaccati ad una porzione della cassa. Le piastre che servono di uncini per la scanalatura delle spuole di ferro o di ottone, sono fissate con viti, il che permette di levare con facilità una sola spuola senza smuovere le altre. Le spuole sono ferrate con una laminetta a doppia intaccatura sulla quale fanno presa i loro conduttori; questa lami-

netta procura due vantaggi, quello di tenere in equilibrio la spuola e disimpegnarla facilmente, come facevano gli uncini semplici: le parti dei conduttori e le lamette possono essere temperate. I conduttori sono montati sopra bacchette separate e tenute da piccoli sostegni fissati con viti. Un doppio rocchetto posto sulla piastra serve a fare scappare il conduttore. La bacchetta la quale deesi tenere unta non lascia alcun timore di macchie essendo posta al di sotto della seta.

La cassa di Moudon, Tezenas e Payre è per tessere nei telai a spranga; la spuola riceve l'azione dei rocchetti e delle seghe dentate formate di cuoio o di pelle apparecchiata opportunamente.

La cassa di Mayemont, meccanico di Saint Etienne, opera col mezzo di spuole a moto circolare dato da una sega dentata. Con questa disposizione può farsi il doppio di nastri che con le casse comuni conservando la stessa larghezza. Ciò nasce perchè la spuola, invece di camminare in linea diritta, si muove dietro una curva circolare, il che permette di riavvicinare assai più le pezze di nastri.

Premessa così la descrizione delle più notevoli macchine da fare i nastri, riferiremo la descrizione che si è pubblicata nel *Moniteur industriel* dell'aspetto generale di una delle grandi fabbriche di essi di Saint-Étienne.

S'imagini una immensa sala, con grande quantità di finestre a distanze uguali a destra e a sinistra, e dinanzi a ciascuna finestra avvi un telaio, che è una macchina pesante, caricata di ferro e di seta. Allorquando è in quiete vedesi scendere dal soffitto una lunga rete diafana, a più colori, come l'arco celeste; è quello l'ordito del nastro, i fili, cioè, che compongono la lunghezza di esso. Talvolta vi sono fino a dodici orditi tesi sullo stesso telaio che sembrano dodici raggi di luce. Sul dinanzi del telaio s'incrocia ed intreccia coi fili dell'ordito un altro filo di seta, che è la trama. Quando il telaio è in moto fa uno strepito simile a quello del martello sull'incudine. All'udire il grande rumore di venti telai che operano ad un tratto, si dura fatica a persuadersi che non si faccia che intrecciare dei fili di seta, ma crederebbesi udire foggiare un'armatura. Al primo movimento dell'operaio il telaio si anima, le ruote girano, l'ordito discende, la trama passa e ripassa fra i fili della trama, direbbersi tanti soldati che eseguiscono una manovra. Là dove l'ordito incontrasi con la trama si vedono formarsi quasi per incanto sul fondo del tessuto disegni graziosi e vivaci, che sembrano farsi da una mano invisibile, scorgendosi nascere uno stelo verde, poscia le foglie ed i fiori, addolcendosi con gradazioni infinite le tinte troppo vivaci. Ogni colpo che si ode non allunga il nastro che della grossezza di un filo, e tuttavia al termine della giornata un telaio ha compiuto una assai notevole quantità di nastri. Se si rompe uno di questi fili di seta quasi invisibile e, a così dire, impalpabile, il telaio si arresta come da sè, parendo impossibile che l'operaio siasene avveduto; egli però lo ha certo indovinato poichè curvandosi sul proprio telaio rannoda tosto il filo spezzato. Nel punto stesso la macchina si rimette in moto e continua il lavoro.

Si possono con tutta facilità fare inargentature sui nastri di seta, disegnandovi ciò che si vuole con penna o pennello nuovo intinti in una soluzione di nitrato d'argento, lasciando alquanto asciugare, poscia esponendo la parte ov'è il disegno al contatto dell'idrogeno nascente, cioè al di sopra d'un vaso in cui v'abbia dello zinco e un po' d'acido solforico diluito: dopo qualche tempo l'argento si trova ridotto e molto bene aderisce al tessuto.

Fra noi fino dal 1806 trovasi accordata una medaglia d'argento a Stefano Binelli di Milano per nuova macchina con cui fare i nastri di rasetto; e a Maria Mongori Mondini per avere accomodato un telaio doppio ella fabbricazione dei nastri di raso. Nel 1820 poi si accordò la medaglia d'oro ad Andrea Vernay in Milano per ingrandimento e miglioramentó d'una sue fabbrice di nastri ad uso di Francia, per la quale fu nuovamente premiato nel 1822, servendosi del meccanismo ella Jacquart.

A Saint-Etienne in un raggio di due miriametri, questa industria occupa 27,500 operai dei due sessi. La quantità di seta impiegatavi giunge a 5,750 balle, del peso medio di 70 chilogrammi, le quali, a 58 franchi al chilogramma, rappresentano un capitale di 23,385,600 franchi. Il lavoro di questi materiali, l'interesse dei capitali ed il guadagno dei fabbricatori, si valutano ai 3/5 della materia prima, ciò è 14,031,360, lo che produce un valore totale di 37,416,960$^{fr.}$ I nastri vi si fanno su tre sorta di telai: a basso liccio, ad alto liccio ed a spranga. Ciascun genera di telai fa nastri diversi. Contansi circa 18,000 telai a basso liccio sparsi nelle campagne; 550 telai ad alto liccio; 5000 telai alla spranga, dei quali circa 1,225 alla Jacquart. Si è calcolato che si fabbrichino 350,000 aune (415,800^{m}) di nastri al giorno: vi sono circa 200 fabbricatori e 500 commessi.

Si fa ascendere a 32 milioni la esportazione di nastri che si fa dalla Francia.

A Basilea la fabbricazione dei nastri risale alla rivocazione dell'editto di Nantes e la maggior parte dei grandi fabbricatori di quel paese discendono dagli emigrati protestanti. Vi si conta una trentina di fabbricatori molto ricchi, ma poco istruiti, e si fa essai più lavoro di nastri liscii che di opereti. Tuttavia questi ultimi vanno da alcuni anni aumentando, non essendovisi introdotto il telaio alla Jacquart che dal 1820.

Nell'Inghilterra fabbricasi grande quantità di nastri liscii a Coventry, che ne vende annualmente per circa dieci milioni, esclusivamente però nell'Inghilterra, a cagione del dazio protettore di un 33 per cento che equivale ad una proibizione. Vi si computano 8000 telai a mano comuni, 2000 telai alla zurighese pei nastri liscii e 300 alle Jacquart, i quali traevansi altre volta dalla Francia, ma ora si fanno a Coventry stesso. L'operaio riceve 6 scellini e 6 deneri (8$^{fr.}$) di compenso ogni pezza di 36 yards (32^{m},92) ne fa 3 a 4 yards al giorno, che, moltiplicate per 6, che è il numero di pezze lavorate dal telaiu contemporaneamente, portano il guadagno giornaliero a 3 scellini (3$^{fr.}$,70). L'operaio di cui qui si parla è proprietario del suo telaio, ciò che è molto comune a Coventry, dove si vedono poche officine numerose, tranne che presso alcuni fabbricatori che ne fondarono. La disposizione del telaio è quella stessa che a Saint-Étienne, con la differenza che la spuola muovesi direttamente e senza ingranaggi interposti dalla mano dell'operaio applicata ad una maniglia fissata alla parte superiore. Una calcola serve a porre in moto il meccanismo. Questa disposizione venne del resto adottate a Saint-Étienne e a Lione pei piccoli telai a quattro pezze di fronte. La importazione dei nastri nell'Inghilterra è tuttavia considerevolissima giugnendone l'importo e circa 50,000 lire sterline (1,232,000$^{fr.}$) all'anno.

(Al. Devilliers — Borgnis — Fairbairn.)

NASTRO. Dicesi per analogia quel fascio di fibre parallele che si prepara nelle filature il quale riesce stretto e lungo, a guisa appunto di nastro, e che poscia tor-

to, o, come dicesi, *allucignolato*, mutasi in grosso cordone, il quale, stirato sempre più, termina col ridursi in filo più o meno sottile, secondo la qualità del materiale e la finitezza del meccanismo. (V. FILATURA.)

(G.**M.)

NASTRO. Quella lunga e stretta striscia di ottimo ferro, che ravvolgesi poi spiralmente intorno ad una spina e si salda per farne canne da fucile.

Negli articoli ARCHIBUSIERE e FUCILE del Dizionario (T. II, pag. 53 e T. VI, pag. 275) si è veduto in qual modo si prepari questo nastro e formansi con esso le canne ravvolgendolo o sopra una spina o sopra una canna comune; ma non sarà male aggiugnere qui alcune avvertenze ulteriori su questa fabbricazione e su alcune modificazioni fattevi.

Dicemmo qui nel Dizionario come i migliori nastri per fare le canne da fucile si facciano con vecchio ferro di ritagli, cioè di resti di ferri da cavallo, di lamierino e di altro, cui si mesce dell'acciaio quando si vuole che le canne riescano damaschinate; vedemmo come si lavorino, si pieghino e si uniscano, ma su questo lavoro sono da aggiugnersi alcuni particolari.

Gli archibusieri di Parigi, che hanno una fama ben meritata, riducono alla fucina il ferro destinato alla fabbricazione dei nastri per le canne da fucile in istrisce lunghe $1^m,20$ larghe 4 centimetri e grosse circa due millimetri e mezzo. Formasi un fascio con 25 di tali nastri che mettonsi fra due strisce alquanto più grosse; ottenuto in tal guisa il fascio, che pesa 30 chilogrammi, stirasi alla fucina in una spranga schiacciata larga 18 millimetri, e grossa 13, la quale si doppia sopra sè stessa e stirasi di bel nuovo facendone un nastro largo 9 millimetri e grosso 4; cosicchè la faccia piana del nuovo nastro sia ad angolo retto con quella dei nastri primitivi che componevano il fascio. La lunghezza di questo nastro è di 10 a 11 metri per due canne da fucile di 78 a 83 centimetri; dividesi in due parti che riscaldansi separatamente al rosso ciliegio, e ravvolgonsi in ispire quanto più fitte è possibile sopra una spina di 11 millimetri di lato. Levasi poi la spina, si riscalda di nuovo, quindi tenendo la canna verticalmente battesi sull'incudine la cima della bocca di essa, col che la unione delle spire diviene più compiuta ed uniforme.

Passasi quindi a saldare la canna cominciando dal mezzo di sua lunghezza, nella quale opinione il riscaldamento dee regolarsi molto accuratamente, non potendosi fare la saldatura che sopra un tratto di 5 a 6 centimetri alla volta, e per ciò pure occorrendo riscaldarla ripetutamente tre volte. Siccome con un riscaldamento ripetuto con tanta frequenza il ferro è molto soggetto a bruciarsi, così è indispensabile di tenerlo quanto è possibile coperto di scorie e di carbone minuto, e di fare in modo che non sia esposto alla corrente d'aria del mantice che alimenta la fucina. La saldatura si fa sopra una spina o nocciuolo che si leva quando mettesi la canna nel fuoco. Ordinariamente unisconsi per fare la saldatura due operai, i quali battono, non con molta forza, ma con grande rapidità, sulla parte da saldarsi cui si è dato nel fuoco un caldo sudante. Cominciasi, come dicemmo, dalla metà della canna, andando prima verso una cima, poi verso l'altra. Finita la saldatura, arroventansi a bianchezza di bel nuovo tutte le parti della canna, e battesi in un solco semi-cilindrico fatto nella incudine.

Gastine e Renette, abili archibusieri di Parigi stabilirono un altro sistema di canne a nastro, delle quali Seguier rese conto assai favorevolmente all'Instituto. Invece

di comporre la canna con una lama piatta ravvolta ad elice e saldata orlo ad orlo, formasi con la sovrapposizione di due nastri triangolari, sovrapposti in guisa che il vertice dell'uno si unisca alla base dell'altro, come si veda nella fig. 12 della Tav. LI della *Tecnologia*. In tal maniera la superficie di contatto delle saldature fatte su piani obliqui, riesce aumentata, e riparasi benissimo agli inconvenienti che possono risultare da difetti nella saldatura. In alcune prove fatte con canne lunghe 72 centimetri, del diametro interno di 17 millimetri, grosse 5 millimetri alla culatta, e 1^{mm},50 alla bocca, del peso di $0^{chil.}$,875, queste non si ruppero che sotto una carica di $0^{chil.}$,05 di pulvere e $0^{chil.}$,28 di piombo: carica enorme, dappoichè quella adoperata dai cacciatori non oltrepassa $0^{chil.}$,004 di polvere e $0^{chil.}$,04 di piombo.

Ottennesi effetti non meno utili da Bernard abile armaiuolo di Parigi, con canne da fucile ottenute ravvolgendo due elici l'una sull'altra, sicchè la seconda copra le unioni della prima.

(Dictionnaire des Arts.)

NASTURZIO *acquatico*. V. Crescione.

NATIVO. Dicesi quel metallo che trovasi naturalmente nel suo stato puro e perfetto. Dicesi pure di altre sostanze, di qualche sale, di qualche combinazione, di qualche acido, e simili. I metalli che di solito si trovanu nativi sono l'oro, l'argento, il mercurio, il platino, il rame, il telluro ed il bismuto.

(Luigi Bossi.)

NATRO. Come vedemmo nel Dizionario, ci giunge questo sale principalmente da alcuni laghi d'Egitto, due dei quali trovansi nel deserto di Thaïat o di S. Macario a ponente del Delta. Dumas dice che nel verno trasuda attraverso del loro fondo un'acqua di color rosso violetto che s'innalza fino a circa due metri; ma che al ritorno del caldo quest'acqua si evapora compiutamente e lascia indietro uno strato di natro che si stacca con aste di ferro. D'Arcet, il figlio dell'illustre chimico di questo nome, visitò nel 1845 questi laghi ed inviò nove saggi di natro raccolti sui nove di essi che ne producono nel Basso Egitto. Questi laghi egli dice essere posti al fondo d'una piccola valle sabbionosa diretta dal nord-est al sud est, ed il terreno che la circonda sembrare un picculo oasi, per la vegetazione che vi si trova e fare così piacevole contrasto con la siccità del deserto. Questi laghi, a di lui credere, contengono una soluzione di sesquicarbonato di soda, di cloruro di sodio e di solfato di magnesia e ricevono alimento da una infinità di piccole sorgenti saline tutte poste sul fianco volto a levante. Questi laghi insomma non sono altro che bacini dove si evapora l'acqua recatavi dalle sorgenti, e dove cristallizza da secoli il residuo di questa evaporazione. L'acqua delle sorgenti non segna mai, a quanto dice il D'Arcet, più di 1° a 1,5 sull'areometro di Baumè, laddove invece l'acqua dei laghi è a 28° od anche 30°. Oltre alle sostanze sopra indicate il natro allo stato greggio contiene pure metà di terra o di sabbia.

Da qualche tempo Gibarra come capitalista e Balfi chimico ottennero dal governo un privilegio per estrarre questo prodotto e trattarlo con nuovo metodo senza combustibile con la sola azione del sole, nel qual modo giunsero ad affinare l'alcali greggio, separandolo dal sale marino e dalle altre sostanze mescintevi. Da questa depurazione ottiensi il così detto natro affinato, che segna da 50 a 60 gradi dell'alcalimetro di Descroizille. Il natro affinato vendesi in Alessandria a due talleri ($10^{fr.}$,50) al quintale inglese ($50^{chil.}$,80).

Spignendo più oltre l'affinamento del natro nello stabilimento Gibarra e Balfi, liberando l'alcali da tutti i sali stranieri, se ne ottiene il carbonato di soda che segna 90 a 95 gradi. Questo sale si vende in barili od in casse, e ne venne spedito a Trieste per le fabbriche di sapone, a 18 fiorini d'Amburgo (38$^{fr.}$,88) ai cento funti di Vienna (56$^{chil.}$,0). Se ne mandò anche in Olanda, ove comperossi a 13 fiorini (28$^{fr.}$,08) ai 5 chilogrammi. A Rosetta adoperasi molto di questo alcali per la concia delle pelli.

Nell'Ungheria si ricava del natro anche da più laghi che si trovano nei dintorni di Debreczin. Questi laghi chiamansi *fejer-to* o *laghi bianchi*, perchè durante l'estate, l'acqua di questi laghi evaporandosi, coprè la sabbia che ne costituisce il fondo di una efflorescenza bianchissima, che non è altro che natro. Le pianure che circondano il mar Nero, quelle che circondano il mar Caspio, la Persia, l'Arabia, l'India, il Tibet, la Cina, la Siberia, il paese de' Bochisman, e specialmente il gran deserto in Africa, forniscono pure del natro.

Trovasi anche in molti altri luoghi, e specialmente in America, dove vi sono laghi che ne contengono. Si trova inoltre questo sale in soluzione in certe acque minerali ed in efflorescenza alla superficie di alcuni terreni e di alcuni muri.

Sembra che il natro risulti dalla decomposizione del sale marino, col carbonato di calce; infatti Berthollet ha osservato che dovunque questi due sali si trovano mescolati insieme, si formano delle efflorescenze di sesqui-carbonato di soda.

Checchè ne sia di questa supposizione, si può ammettere che in quasi tutti i casi il natro è un prodotto che accompagna spesso i terreni saliferi, e che si forma specialmente nelle vicinanze delle montagne calcari. Ma è più facile spiegare la formazione del natro con la decomposizione del solfato di soda che accompagna sempre il sale marino, che con quella del sale marino stesso. Il solfato di soda può in fatti trasformarsi in solfuro di sodio, con l'azione delle materie organiche sciolte nell'acqua dei laghi natriferi, ed il solfuro di sodio passa poi allo stato di sesqui-carbonato di soda, col mezzo dell'acido carbonico sciolto nell'acqua.

(A. DUMAS — D'ARCET — *Archives du commerce.*)

NATROCALCITE. Specie di pietra, detta anche *datolite*, che quando è spatosa e cristallina, solca lo spato-fluore e talora perfino l'apatite, ma lasciasi poi sempre solcare dal feldspato e dà qualche rara scintilla con l'acciarino. Ha per tipo fondamentale delle sue forme cristalline, il prisma diritto romboidale, cogli andamenti delle sue lamine paralelli alle facce appunto d'un prisma così fatto; apparisce per lo più cristallizzata apparentemente in dadi, che abbiano smussati i canti vivi, ma rinviensi anche in masse compatte, che ora mostrano una compage cristallina lamellosa o granulare, ed ora una compage fibrosa, ora onninamente amorfa, e talora perfino terrosa; i cristalli ne sono assai di rado perfetti e diafani, ed in tal caso sono dotati di una manifesta rifrazione doppia; ma bene spesso riescono almeno translucidi; il nitore ne riesce il più delle volte medio fra il vetroso ed il grasso od untuoso, ma se ne hanno eziandio esemplari smorti o sparnti, o quasi al tutto destituti d'ogni nitore, ed i colori ne possono essere il bianco acqueo o limpido, il bianco latteo, il grigio, l'azzurrognolo, il verdiccio, e ben di rado il giallo di miele, talora con qualche chiazza verde, provegnente da alcun poco di rame ossidato, od anche di rame carbonato verde commistovi. Lo sfregamento svilup-

pa dalla natrocalcite cristallizzata la elettricità vitrea o positiva; ma il riscaldamento non ve ne sviluppa alcuna; esponendola alla semplice fiamma d' una candela, essa vi perde, non solo tutto quanto il suo nitore, ma ben anche l' acqua di cristallizzazione, e quindi ne diventa friabile od almeno fragilissima, e trattandola poi col cannello in sul carbone, comincia dal farvisi più smorta, indi vi diviene opaca; ma, ove insistasi con un fuoco più vivo ed intenso, finisce per fondervisi in una perletta bianca, vetrosa e translucida; finalmente sciogliesi senza molta difficoltà nell' acido nitrico, lasciandovi, per ultimo risultamento, una specie di gelatina silicea che, quando è seccata, se si getti nell' alcole, dà a questo la proprietà di ardere poscia con fiamma verde. Il suo peso specifico ragguagliasi a 2,850, ma può giugnere fino a 2,980. La tabella seguente indica le analisi di alcune natrocalciti.

ANALIZZATORI	KLAPROTH		VAUQUELIN
Calci borate e loro località	Natrocalcite spatosa cristallizzata d'Arendal	Botriolite o natrocalcite fibrosa d' Arendal	Natrocalcite spatosa cristallizzata d'Arendal
Calce pura	35,50	39,50	34
Acido borracico . . .	24	13,50	21,67
Silice	36,50	36	36,66
Acqua	4	6,50	5,50
Ossido di ferro . . .	0	1	0
Perdita	0	3,50	2,17
Totale	100,00	100,00	100,00

Quanto ai luoghi ove finora rinvennesi la natrocalcite, lo fu per la prima volta in forma di filoncini, in una miniera di ferro magnetico, la quale sembra giacere nel gneiss, denominata *nuderoe*, presso ad Arendal in Norvegia, accompagnandovi il quarzo, lo spato calcareo, lo spato fluore, la prehnite e simili; ma fu poscia trovata anche nel Tirolo, al così detto geisalpe, lungo la strada che conduce allo schneealpe, in sullo spato calcareo ove forma filoni in una arenaria, al seisseralpe, insieme con la apofillite e con la calce carbonata spatosa, in una roccia basaltoidea.

(Gio. Fed. Blumenbach.)

NATROLITE. Pietra dura con tessitura fibrosa o radiata, con fibre fine e strettamente unite di color giallo bruno olivaceo, ed alcune zone ondulate dello stesso colore più o meno intenso. Intacca appena il vetro, non fa effervescenza con l'acido nitrico, ma forma della gelatina. Contiene un 16 per o/o di soda. Si è trovata solo in una roccia amigdaloide presso il lago di Costanza.

(LUIGI BOSSI.)

NATROMETRO. Nome dato da Edmondo Pessier ad un areometro con iscala particolare destinato a conoscere le proporzioni di soda contenute in una data sostanza, e nelle potasse principalmente.

(G.**M.)

NATURALE *(Storia)*. V. STORIA *naturale*.

NATURALE. Parlando delle cose da mangiare dicesi in significato di buone e sincere, non artifiziate nè falsificate.

(ALBERTI.)

NATURALE. Si dice quell' acqua che è quale si trova, a distinzione di quella cavata per via di artifiziale distillazione, o depurata o mescolata con arte d' alcune sostanze.

(ALBERTI.)

NATURALIZZAZIONE. Questa parola viene malamente da alcuni stimata sinonimo di quello *climatizzazione*, e crediamo pertanto doverne chiaramente indicare la differenza, aggiungendo altresì qualche cenno su entrambe queste operazioni di grande importanza all' agricoltura e per le arti.

La *climatizzazione* è adunque l' atto pel quale si accostuma un essere organizzato a sostenere una temperatura od un clima diverso dal suo originario.

La *naturalizzazione* invece è semplicemente l' atto di trasportare e propagare un essere organizzato in un altro paese diverso dal suo.

Andrea Thouin stabilì regole per climatizzare i vegetali, cioè per avvezzarli essi ed i loro discendenti, a sostenere una temperatura diversa da quella del clima in cui nacquero. Consistono queste regole, per le piante dei paesi più caldi, nel coltivarle nelle stufe fino a che dieno semi, poi avere da questi nuove piante e riseminarle in istufe, a temperatura sempre decrescente, col che riteneva, dopo quattro o più generazioni, potersi avere piante climatizzate, cioè capaci di reggere ai freddi dei nostri inverni. Non sembra però che l' esito abbia corrisposto a queste speranze, e se alcune piante esotiche riuscirono in tal guisa ad introdursi tra noi, vi sarebbero forse venute a bene ugualmente con la semplice naturalizzazione, ponendole, cioè, a bella prima in terra all' aperto. Dietro ciò molti credono oggidì che la climatizzazione sia impossibile, vale a dire che non si possa in verun modo avvezzare una pianta ad un clima che non le sia naturalmente adattato. Molti fatti provano in vero ciascuna specie non poter sostenere che un determinato grado di temperatura voluto dalla sua tessitura; e l'uomo non può certo cangiare questa tessitura. Molti fisiologi non dividono l' opinione di alcuni coltivatori, i quali reputano che le piante venute da semi raccolti nel paese ove furono introdotte riescano più robuste di quelle venute da semi esotici. Nei risultamenti della coltivazione pertanto solamente devono cercarsi mezzi ed esempii di vera climatizzazione. In vero la coltivazione produce varietà che probabilmente non si sarebbero formate nello stato naturale, e che hanno o possono avere nella forma dei loro tessuti inuguale sensibilità relativamente alla temperatura. Queste varietà sono specialmente prodotte dall' ibridismo, e presentano grande interesse per lo studio delle fecondazioni artifiziali. Queste per altro non sarebbero

tuttavia che climatizzazioni imperfette, dappoichè, trapiantando questa specie sotto un clima più freddo, non si farebbe da ultimo che sostituire una razza più forte ad una più delicata.

Neumann, il quale ritiene anch' esso la climatizzazione perfetta impossibile nel modo suggerito da Thouin, nota che si potrebbe trarre partito appunto dall' ibridismo eccitato a bella posta per ottenere vegetali più atti a reggere al freddo di quelli donde derivano. Se, per esempio, dic' egli, si fecondasse il pistillo di una pianta dei tropici col polline d' una pianta congenere di un paese freddo, il seme che ne venisse darebbe assai probabilmente una pianta meno sensibile al freddo. Soggiugne avere alcune proprie sperienze che sembrano confermare questa opinione; così fra i rododendri della Cina e quelli dell' America settentrionale avviene che passano il verno in piena terra, altri che non vi resistono; crede anzi che si potrebbero riconoscere a certi caratteri le piante che hanno questa proprietà dalle altre.

Comunque sia però di tali quistioni, le quali abbiamo qui riferite per supplire alla omissione fattasi dell' articolo Climatizzazione, risulta da esse che il più sicuro mezzo di aumentare le nostre ricchezze si è quello d' introdurre nei paesi quelle piante che vegetano spontaneamente là dove il clima sia poco diverso, cioè di ricorrere alla *naturalizzazione*. La teorica di questa pei vegetali si fonda sulla conoscenza delle circostanze nelle quali ciascuna pianta vegeta nel paese nativo, e sulla possibilità di averne altrove una imitazione più o meno compiuta.

Si sa che la temperatura media d' un luogo dipende da tre cause principalmente: 1.° dalla sua distanza dall' equatore, cioè dalla sua latitudine; 2.° dalla sua altezza al disopra del livello del mare; 3.° dalla plaga, cioè dall' essere esposto al mezzogiorno od al settentrione, od a venti solitamente caldi o freddi. Molte altre circostanze però vi sono che, quantunque secondarie, hanno grande influenza: tali sono la tessitura propria del terreno più o meno suscettibile di riscaldarsi; lo stato della superficie del suolo relativamente alle foreste od alle acque ond'è coperta; la posizione geografica del paese in relazione alla forma generale dei continenti; la vicinanza di grandi catene di montagne che lo riparino dall' una parte; la forza di certe cause locali di calore, come i vulcani, le fonti termali, o di freddo, come le ghiacciaie continue e la irrigazione con le acque provenienti dalla fusione di quei ghiacci. L' azione però di tutte queste cause riunite è troppo complicata perchè sia possibile determinare rigorosamente la temperatura di un dato luogo altrimenti che per esperienza. Quando pure tuttavia si giugnesse a conoscere esattamente le temperature medie proprie dei paesi reputati isotermici, la stessa temperatura media può essere distribuita molto inugualmente fra le varie stagioni dell' anno, e ben si comprende non essere tanto le medie quanto gli estremi della temperatura che influiscono sui vegetali; così in un dato clima ove non gelasse che una sola volta all' anno, sarebbero escluse tutte quelle piante che temono il gelo, quand' anche il rimanente dell' anno fosse caldissimo.

È impossibile negare l' utilità della naturalizzazione presa nel suo vero senso, e meno ancora la possibilità di ottenerla, dappoichè le nostre campagne, i nostri orti ed i nostri boschi devono ad essa le principali loro ricchezze. Quasi tutte le piante degli Stati-Uniti sono, per esempio, suscettibili di naturalizzarsi fra noi dal 42° fino al 51° di latitudine. Tuttavia, se il terreno degli Stati-Uniti, profon-

do, fertile, imbevuto d'acqua, eccita negli alberi indigeni una vegetazione vigorosissima, duopo è altresì convenire che in generale il legno di questi alberi è lasco, poroso e molle, il che ne limita gli usi di molto, e ne scema considerevolmente il valore nel senso che danno gli economisti a questa parola. A primo aspetto adunque parrebbe che i vegetali degli Stati-Uniti non potessero stare a petto dei nostri; ma il cangiamento di suolo e di clima dee necessariamente influire di molto sui prodotti e migliorarli. Tutti i boschi variano per questo riguardo, e se ciascuna specie ha qualità sue proprie, tiene pure una certa disposizione a piegarsi più o meno alle esigenze delle cause esterne, e non si può dubitare che anche gli alberi dell'America settentrionale non subiscano questa legge quando saranno stati naturalizzati fra noi, come tanti altri alberi esotici. Si ha già un certo numero di fatti in favore di questa opinione. A vero dire, gli alberi dell'America settentrionale perdono certo quella attività di vegetazione e di crescimento che risulta dall'azione prolungata del clima e del suolo originarii; ma provano altre importanti modificazioni, la principale delle quali è l'aumento di densità; guadagnano in solidità quanto perdono in volume, ed è assai probabile che venendo alle applicazioni il guadagno superasse la perdita così pel produttore come pel consumatore.

Per la introduzione degli alberi esotici avvi un'altra importante considerazione, ed è che le terre le quali producono da tanti secoli le stesse piante sono quasi esaurite, e tutta la scienza del coltivatore non può rendere loro ciò che hanno perduto e perdono annualmente, lo che ha luogo principalmente nei terreni boschivi. L'effetto imperioso d'un illimitato consumo diminuisce considerabilmente la massa dei boschi, nel mentre che la riproduzione costante delle medesime razze negli stessi terreni cagionano alterazioni che influiscono sulla qualità delle sementi e si manifestano col graduale deterioramento delle nuove generazioni. A questo inconveniente grande riparo sarebbe l'introduzione di piante esotiche d'altro emisfero, nè vi ha poi dubbio che il miscuglio di queste con le razze del paese non debba originare una serie infinita di naturali incrociamenti che a lungo andare produrranno una quantità di specie o varietà migliorate.

(SOULANGE BODIN — NEUMANN.)

NAUFRAGIO. Il terrore giustamente destato da questa orrenda sventura che ingoia ad un tratto le sostanze e la vita di quelli che si affidano al mare, e li fa disperati in mezzo all'isolamento della vastità dei mari, od anche talvolta li conduce a perire in vicinanza del porto, sotto gli occhi forse dei parenti e degli amici, che angosciosi li guardano e fremono dell'impotenza di venir loro ad aiuto, questo terrore, diciamo, indusse in ogni tempo i naviganti a cercare mezzi di salvezza in tali crudeli frangenti, per le persone almeno, se non potevano pegli averi. Questi mezzi si possono in due classi ridurre, secondo che o sono sul naviglio medesimo apparecchiati per ogni evento, o stanno sui litorali per soccorrere le navi in pericolo vicino ad essi. Parleremo innanzi dei primi, poi dei secondi.

Fra gli spedienti per evitare i naufragii alcuni riguardano la costruzione medesima delle navi, quale si è quello utilissimo di fare i tramezzi che dividono la lunghezza della barca a perfetta tenuta dell'acqua, con le stesse cure che si hanno per le parti esterne. In tal caso se pure in alcun punto avviene qualche grave sconcerto od avaria, l'acqua non può invadere che una parte dello scafo, e l'altra che rimane vuota permette di continuare il

viaggio, e forse anco di riparare con tranquillità l'avaria stessa, e votare dall'acqua anche il compartimento in cui quella era penetrata. Questa modificazione nella costruttura delle navi non dovrebbe mai perciò venir trascurata.

Proposero altri, con mezzi più complicati, di guernire le navi di capacità interne od esterne chiuse ermeticamente, le quali si mantenessero sempre piene d'aria. Di tal genere è il mezzo proposto da diversi anni da Watson, che consisteva appunto nel mettere tubi ripieni d'aria intorno alle navi. Questi mezzi hanno il vantaggio sul precedente di rendere la nave insommergibile, quando pure si capovolgesse od altro; ma è difficile che i serbatoi d'aria, massime se aggiunti all'esterno, non riescano d'imbarazzo al camminare della nave, e d'altra parte un urto contro questi serbatoi può facilmente romperli e renderli inetti al loro offizio.

Altri mezzi di salvezza che si hanno sui bastimenti riguardano la vita di quelli che vi stanno sopra soltanto, offrendo loro mezzi di scampo più o meno sicuri, allorchè devono abbandonare la nave per non perire con essa. Di tal genere di aiuti sono quelle barche, varie di numero e di grandezza, onde tutti i bastimenti son provveduti. Ultimamente il capitano Giorgio Smith suggerì di foggiare i cappelli delle ruote nelle barche a vapore così che formino due barche, le quali con tutta prontezza possano ad ogni bisogno gettarsi in mare.

Avendo questa disposizione pienamente corrisposto al suo scopo, e adottandosi oggidì quasi generalmente in tutte le barche a vapore per viaggi di lungo corso sul mare, diremo sulle disposizioni adottate dallo Smith sulla nave a vapore il Carron della portata di 300 tonnellate, e sugli effetti ottenuti.

Il cappello o parte superiore della cassa della ruote a pale è formato da una barca di salvamento capovolta, lunga otto metri e larga tre, con quattro casse impermeabili all'acqua ed all'aria, che si possono levare, se occorre. Questa barca può contenere da 40 a 50 persone. Quando è al suo posto, se ne levano i banchi di mezzo, potendo con ciò le ruote girare nel cavo interno a 16 centimetri dalla chiglia. È attaccata a due braccia di ferro che girano sopra pernii, sicchè due uomini possono raddrizzarla e calarla in due a tre minuti. Una barca simile posta sul ponte, oltre all'ingombro che vi cagionerebbe, non potrebbe gettarsi in mare in 20 minuti quand'anche se ne occupasse tutto l'equipaggio, e nol potrebbe poi assolutamente in caso d'incendio. Lo Smith crede che questa sorta di coperte per le ruote presenterà minor resistenza all'aria, inoltre la forma ne è più elegante, ed è facile visitare ed accomodare le ruote, sollevando le barche.

I Gavitelli *di salvamento*, che vennero descritti a quella parola nel Dizionario e in questo Supplemento, riescono pure utilissimi, e solo qui noteremo che, in luogo di un fanale o lanterna, vi si adatta per lo più una scatola di fuoco di Bengala, il quale, accendendosi al tirare d'una cordicella, fa vedere da lungi a quello caduto in acqua il soccorso che gli s'invia e il luogo dov'è la nave, ed a quelli che sono sulla nave stessa il punto ove hanno a dirigere altri aiuti se occorre. Talvolta si tengono sulle navi Barche *di salvamento* (V. questa parola) insummergibili, costruite in guisa, cioè, da riuscire più leggere dell'acqua anche riempite da quella e tanto da sostenere due o più uomini. Queste barche si fanno in diverse maniera, costruendosi talvolta di sovero, tal altra di metallo a grandi cavità chiuse ermeticamente, le quali mantengonsi sempre piena d'aria, talora di gomma elastica o di

panni preparati con essa, formando grandi cavità da riempiersi d'aria al bisogno: queste ultime hanno il grande vantaggio di occupare pochissimo luogo quando sono sgonfiate, ma hanno il discapito di doversi enfiare all'atto del bisogno quando non se ne ha sempre l'agio, e di potere divenire inservibili alla menoma apertura che vi si faccia, sia perchè si tagli il tessuto dove rimane a lungo piegato, sia perchè i topi lo rodano su qualche punto od altro. Tommaso Grant di Plymouth inventò fino dal 1817 un mezzo che assicurossi essersi adoperato con vantaggio in molti naufragii, e consiste semplicemente in una botte legata ad una tavola che le impediva di girare quand'era nell'acqua. Un apparato simile con 63 libbre (28chil.,57) di zavorra di ferro basta a sostenere dodici uomini sull'acqua, la botte avendo la capacità di 36 galloni (202lit.,36). Finalmente qualche volta si tengono pure a bordo delle navi Scafandri (V. questa parola), cioè tali vesti che adattate all'uomo lo rendono specificamente più leggero dell'acqua; ma la difficoltà di avere in un pericolo la tranquillità di spirito e il tempo necessario per indossarli ne scema molto il vantaggio. Questo mezzo è inoltre inutile affatto pel caso che un uomo cada per imprevidenza o per un colpo di ondata nel mare dal bordo, come pur troppo spesso succede.

Altri mezzi di salvamento, invece che sulle navi stesse, trovansi sulle spiagge del mare, e servono alcuni ad avvertire i navigatori del punto ove sono e dei perigli che loro sovrastano, altri a venire in loro aiuto, quando, come pur troppo avviene sovente, minacciano di pericolare a poca distanza dal lido. Della prima classe di mezzi sono i Fari principalmente ed i Gavitelli di Segnale (V. quelle parole.) Della seconda classe sono le barche di salvamento simili a quelle che tengonsi sulle navi, ma d'ordinario più grandi, ed i varii mezzi imaginatisi per lanciare una fune dalla terra al bordo della nave, o viceversa, acciò dietro quella possano ormeggiarsi con fune più robusta od almeno guidarsi per venire a terra con la scialuppa. In molti paesi si istituirono apposite società per provvedere a questi mezzi di soccorso pei naufraghi, istituendoli in varii punti delle coste. Così nell'Inghilterra una di queste Società in otto anni spese circa 100,000 franchi nella costruzione di barche di salvamento che dispose lungo le coste, involando mercè di quelle 660 persone alla morte; inoltre accordò 50 medaglie d'oro e 200 d'argento, e spese altri 100,000 franchi in premii accordati a 3 mila e più persone che salvarono 3500 naufragati.

Della forma delle Barche *di salvamento* crediamo inutile far parola dopo quanto ne dicemmo qui sopra e più negli articoli ad esse relativi. Parleremo piuttosto un po' estesamente dei mezzi di far giugnere da terra al bordo di una nave una fune.

All'articolo Bomba nel Dizionario, dicemmo come Bell imaginasse, nel 1791, di valersi di questo proietto per inviare una fune dalla nave in terra o viceversa, e come ne avesse premio di 50 ghinee. Se ne riconobbe in appresso sempre più la utilità, e tutti gli uomini di mare convengono oggimai del vantaggio di stabilire apparati opportuni a tal fine lungo le coste, sicchè la Società francese pei naufraghi ne adottò l'uso a Dieppe, a Caen, ad Hougue ed a Cherburgo. Non sarà pertanto discaro ai lettori che entriamo in alcuni particolari sul modo di costruirli e di usarne.

Le molte e continue sventure per cui ciascun anno periva gran numero d'individui naufragando presso alle spiagge della Gran Bretagna, eccitò l'attenzione della Società delle Arti che propose un premio a chi trovasse il modo di scemare cosiffatte

disgrazie. Fu dietro a ciò che nel 1791 J. Bell, sergente di artiglieria, propose di lanciare una bomba di otto pollici, caricata di piombo e con una corda attaccatavi. Scaricando questa bomba da un piccolo mortaio posto sopra una nave in pericolo o naufragata, formava un arco di circa 200 yarde ($274^m,32$) portando seco la fune, e si poteva affondare nella terra della spiaggia, così da stabilire una comunicazione con essa, mediante la quale potevano tirarsi a terra barche o zatte attraverso le onde, e rendere così assai più facile lo sfuggire al naufragio. Gli obbietti che si facevano a tale proposta stavano nella difficoltà che i proprietarii delle navi mercantili si persuadessero ad incorrere in questa spesa, e che i capitani delle navi tenessero sempre in pronto l' apparato per l' uso. Oltre a ciò, potevano certamente presentarsi alcuni casi in cui, per l' agitazione del vascello o per l' acqua del mare slanciatavi sopra, fosse impossibile di scaricare il mortaio nella direzione voluta, od anche di scaricarlo in alcun modo.

G. V. Manby di Yarmonth, nel 1808, fece notabili miglioramenti al progetto primitivo di Bell. Consistevano questi primieramente nello stabilire l' apparato sulla spiaggia invece che sulla nave, come aveva proposto dapprima il Bell, un solo apparato potendo così bastare a venire in aioto a parecchi vascelli che venissero spinti verso il lido sopra una grande estensiune. In secondo luogo, nel fare che quelli cui si affidava questo apparato si avvezzassero a maneggiarlo così da rendersela familiare, riuscendone più pronta l' applicazione. In terzo luogo, aumentando la probabilità dell' esito per la facultà di porre il mortaio nella posizione più favorevole relativamente alla nave, e di disporre la corda per guisa da renderla meno soggetta ad imbarazzarsi, e, per conseguenza, a spezzarsi che nol fosse quando veniva slanciata dal bordo stesso della nave naufragata. La grande attività mostrata dal capitano Manby nel proseguire gli esperimenti relativi a questa intrapresa interessante e benemerita vennero liberalmente secondati dal governo, e ne risultò che nella sola parte orientale di Norfolk, dove Manby aveva collocato i suoi apparati, da 48 vascelli naufragati fra il 1808 ed il 1826 si erano salvate non meno che 332 persone. Il metodo primitivo di Manby di ravvolgere la corda sulla spiaggia era una operazione che richiedeva molta destrezza ; in alcuni luoghi riusciva inpraticabile per la inuguaglianza del terreno; andava soggetta ad essere disturbata dal vento ; occupava un tempo prezioso dopo l' arrivo dell'apparato, e difficilmente far si poteva di notte. Successivamente lo stesso Manby fece un grande miglioramento disponendo le funi entro panieri, potendosi in tal modo portarle là dove occorreva in tale stato da essere pronte immediatamente per l' uso. Mediante questa disposizione e la sorveglianza di Manby e de' suoi assistenti la rottura della fune in conseguenza allo slancio della corda accadeva di raro. Alcuni meno accostumati a questa operazione, e forse meno destri, frequentemente tuttavia fallivano, e le società formatesi per istabilire questo mezzo di salvamento sulle spiagge di Norfolk e di Suffolk convennero generalmente che sarebbe stato importante miglioramento il trovare un modo più certo di ravvolgere la corda.

Nel 1823 Hase di Norfolk, avendo impiegato un mortaio di bronzo per un apparato secondo il sistema di Manby posto vicino a Cromer, vi adattò come miglioramento un naspo o tamburo conico invece dei panieri. Questo naspo era sostenuto da un asse che si poteva inclinare sotto qualsiasi angolo, e la fune, essendovi ravvolta sopra, puteva facilmente disfarsi,

con minor rischio di rottura che nel solito modo. Le esperienze fattesi a Cromer confermarono le previsioni dell'inventore, e l'apparato mantennesi in uso per tre anni, dando, a quanto sembra, effetti soddisfacenti.

Finalmente Thorold diede una forma più solida e più compatta al naspo di Hase, rendendo tutt' insieme più facile e più sollecito l'uniforme ravvolgimento della corda su di esso, e ponendo sopra ruote il mortaio ed il naspo, così che si potesse l'intero apparato prontamente trasportare dove occorresse. È chiaro però essersi per tal modo grandemente accresciuto più il costo dell' apparato che inoltre non è tale da potersi portare a mano come quello di Mamby e quello di Hase; e che vi possono essere alcune situazioni ove possa occorrere e dove sia impossibile di condurlo.

La fig. 1 della Tav. XXV delle *Arti del calcolo* presenta una alzata laterale della carretta, del naspo e del mortaio, in tale posizione, da essere pronto a venire scaricato. L'asse del naspo conico è fissatu nel centro di una robusta crociera di legno intelaiata ed assicurata mediante quattro chiavarde alle spranghe *b*; queste sono attaccate in *c* alla carretta con una cerniera; *d* è una spranga di ferro con vari fori che serve d' innalzatore. È invitata sopra il telaio *p*, ed uno dei fori essendo posto sopra un dente che ha la carretta mantiene il naspo alla inclinazione voluta. Due catene *e* sono fissate a ciascun lato della carretta ed al telaio *b*; quando il naspo è verticale l'innalzatore *d* riceve il dente nel suo ultimo foro. In *f* avvi un anello mobile ed un manubrio non rappresentato nei disegni; *g* è una spranga di guida che gira sopra pernii nel telaio *b* e su cui avvi una cassa scorrevole *h* da usarsi nel ravvolgere la corda. Sull'anello a manubrio avvi un uncino; essendo posto in questo un capo della fune si fa fare un giro al naspo e la corda passa attraverso l' occhio della cassa di guida *h* costruita opportunamente e per un paio di pinzette che non si vedono nella figura. Allorquando si vuol dar il fuoco al mortaio la spranga di guida *g* è spinta indietro nella posizione rappresentata nel disegno. Essendo così tolta la pressione della spranga di guida la elasticità della corda la fa uscire un poco e svolge due o tre dei suoi giri superiori; l'anello vicino è tenuto fermo al suo posto dal dito di uno degli assistenti che non lo abbandona fino al momento in cui si dà il fuoco. Il mortaio trovasi posto alcuni piedi distante dal naspo con la corda attaccata alla bomba; una staffa *n*, pendente dal telaio *b* col mezzo della quale si è ravvolto sul cono l'ultimo anello della corda in guisa che non possa oltrepassarne l'urlo, rende più sicuro il lavoro, un' altra parte di corda venendo dal tamburo *o o*. Avvi un altro naspo simile sul di dietro della carretta, e sul dinanzi di questa vi ha un cassettino per contenere il projettile, la particolare forma del quale vedesi separatamente in *q*. Il tempo necessario per disporre la fune e dare il fuoco al mortaio è di un minuto e mezzo. Thorold accompagnava la comunicazione di questo suo miglioramento alla Società delle arti con molti certificati dei suoi vantaggi, e venne premiato con la medaglia d' argento, essendosi inoltre deciso che un modello del suo trovato si avesse a deporre nel gabinetto di quella Società.

I razzi si prestano agli stessi offizii, ed all' articolo DRAGO *volante* in questo Supplemento si disse come anche con quel mezzo possa slanciarsi alla navi una fune quando il vento soffii in direzione favorevole.

(G.**M.)

NAUMACHIA. Luogo dove si dava anticamente lo spettacolo dei combatti-

menti navali, detti anch' essi *naumachie*, ed era un arco attorniato da sedili e portici, la cui area, denominata *arena*, riempivasi d' acqua per alcuni condotti allorchè occorreva.

(ALBERTI.)

NAUTICO. *(Indicatore.)* Stromento inventato da Jacopo Honter per trovare la longitudine, la latitudine e le variazioni. Consiste in una base di pietra che sostiene una piastra circolare di ottone polito, del diametro di circa 36 centimetri, che rappresenta l' orizzonte e su cui sono segnate e numerate le divisioni occorrenti. Da questo orizzonte sorge, ad angolo retto con esso, una piastra semicircolare che rappresenta un meridiano, opportunamente divisa, e provveduta di un indice attaccato ad un nonio che indica i minuti. Questa piastra del meridiano è traforata nel centro per lasciar luogo ad un pernio o cerniera delle altre parti dell' indicatore. Sull' una faccia di questo meridiano sono due quadranti, ed uno avvene pure sull' altra faccia, diviso ugualmente come il meridiano, e parimenti provveduto di indice e nonio. Questi quadranti sono mobili sopra un pernio che s' innalza perpendicolarmente dal centro della piastra orizzontale: ciascuno può muoversi separatamente su questo pernio, ma possono fissarsi a qualsiasi punto mediante una vite che strigne anelli spezzati che abbracciano il pernio. Ai punti di oriente e ponente della piastra orizzontale è attaccato un circolo orario, che rappresenta il cammino giornaliero del sole e può essere provveduto anch' esso di un nonio. Questo circolo orario è attaccato alla piastra orizzontale in maniera che possa muoversi parallelo ad essa e seguire la declinazione del sole; per tal fine il circolo è attaccato a due piastre tangenti, le quali, mediante scanalature, scorrono sopra proiezioni della piastra orizzontale col mezzo di viti che le attraversano ed operano su queste proiezioni portando le piastre tangenti e con esse i circoli orarii al grado della declinazione del sole. Questo grado è indicato sopra una scala di divisioni fatta sulle piastre tangenti, e siccome queste divisioni delle tangenti variano di lunghezza, così vi s' impiega per porle a segno un nonio a gradi variabili per ampliazione. Questa ampliazione dei gradi del nonio producesi con ruote di attrito a molle che camminano premendo contro una curva adattata.

(LUCA HEBERT.)

NAUTILO. Nome dato dal Fulton ad una barca sotto marina per portare al disotto delle navi nemiche un apparato il cui scoppio le facesse balzare in aria. Quale fosse la forma di questo apparecchio si disse all' articolo BARCA del Dizionario (T. II, pag. 550): quando credette averlo abbastanza perfezionato lo presentò per la prima volta al direttorio esecutivo di Francia, però senza buon successo. Neppure la seconda volta sortì miglior esito, ma ebbe almeno il contento di vederne approvata l' idea dalla commissione incaricata di esaminarla. Divenuto Bonaparte primo console, delegò Volney, Laplace e Monge, perchè gli rendessero conto sul trovato di Fulton nel 1801. Questi comunicò ad essi particolarità interessanti sopra due esplosioni sotto-marine da lui eseguite all' Havre col suo battello. Nell' una era rimasto sott' acqua senza rinnovar l' aria per ben tre ore, e nell' altra, per mezzo di certi perfezionamenti, cinque uomini avevano potuto starvi sei ore, ed uscirne cinque leghe distanti dal punto di partenza. Dietro la favorevole relazione di questi dotti, Fulton fu spedito a Brest, dove, alla presenza dell' ammiraglio Villaret, andò nel suo battello ad attaccare una torpedine contro al fianco d' un vecchio naviglio a tal uopo preparato, e che

saltò subito in aria ad una considerevole altezza. Rimase poi aspettando in questo porto sino alla fine della state un' occasione di tentare l' esperienza contro uno dei vascelli inglesi in crociera sulla costa, ma nessun d' essi essendosi sufficientemente avvicinato a terra, dovette rinunciarvi, e Bonaparte impaziente dell' indugio ritirò la sua protezione a Fulton che avrebbe potuto aprirgli la via dell' Inghilterra.

(G. Zescevich.)

NAVAGA. Nome che si dà in Russia ad una specie di baccalà che è il *gadus callarias* di Linneo. (G.**M.)

NAVALE. Luogo dove si fabbricano le navi. (Alberti.)

Navale *(Colla)*. V. Mastice (T. XXII di questo Supplemento, pag. 185.)

NAVALORAMA. Si dà questo nome ai Diorami, Panorami e simili (V. queste parole) quando rappresentano fatti di battaglie navali od altro di simile.

(G.**M.)

NAVATA. Tutto quel carico che può portare in una sola volta la nave, intendendosi però delle barche di piccoli trasporti, alle quali si dà in qualche luogo il nome di *nave*.

(Alberti.)

NAVAZZA. Grande recipiente in cui mettesi l' uva innanzi di pigiarla.

(Filippo Re.)

NAVE. Cosa si intenda in generale col nome di Barca accennossi a quella parola nel Dizionario ed in questo Supplemento ed è inoltre cosa a tutti notissima. Propriamente, come si è detto nell' articolo Vascello del Dizionario, *navi* si chiamano quelle barche che sono di qualche grandezza e possono reggere al mare. In questo luogo tuttavia è nostra intenzione parlare di quanto si riferisce alle grosse barche in particolare, considerandole nella loro fabbricazione principalmente, senza per ora occuparci menomamente, nè delle resistenze che presentano al moto, nè delle maniere di vincerle, dovendo questi argomenti trattarsi a parte nell' articolo Navigazione.

Dacchè gli uomini cominciarono a conoscere il bisogno e la utilità di trasportare sè stessi e gli oggetti ad essi necessari da un luogo all' altro dovettero tosto pensare al vantaggio che loro potevano presentare per questo riguardo le acque dei fiumi, degli stagni, dei laghi. La frequente occasione di vedere galleggiare su quelli pezzi di legno dee facilmente aver suggerito il pensiero di legare insieme parecchi di que' pezzi, acciò potessero sostenere oltre a sè medesimi una aggiunta di carico. Secondo adunque ogni probabilità le zatte saranno state le barche prime ad introdursi, una pertica per ispignere contro il fondo o contro le sponde bastando a dar loro il moto.

Alle zatte succedettero probabilmente tronchi d' albero incavati naturalmente dal tempo a principio, poscia, ad imitazione di quelli, dall' arte, o col fuoco, siccome usano ancora i selvaggi od altrimenti. Forse qualche tronco scavato naturalmente e caduto a caso nell' acqua avrà bastato a dar questa idea. Chi sia stato il primo a far uso di queste barche costruite con un solo tronco di albero, e dette anche con nome particolare *piroghe*, è cosa molto incerta ed oscura, ciò solo sapendosi di certo esserne antichissima la origine. Narrano le cronache cinesi che in remotissimi tempi Kong-hou od Hoa-hu, per ordine dell' imperatore Hang-ti, scavarono un albero col quale fecero un naviglio, servendosi per remi dei rami dell' albero stesso, e che con questo mezzo poterono penetrare in luoghi dove pareva non si potesse giugnere e dove nessuno ancora era stato. Secondo Sanconiatone Usoo, uno dei più antichi eroi della Fenicia, fu il primo ad esporsi sopra le acque con

una di queste barche, dette anticamente *monoxyli*, fatta con un albero mezzo bruciato e mozzato dei rami. Secondo altri Memronno slanciò il primo tronco di albero in forma di barca, 3000 anni prima di Gesù Cristo.

La mancanza in moltissimi luoghi di alberi di tanta grossezza da poter farne barche di una certa capacità dee ben presto aver fatto sentire il bisogno di cercar mezzi per imitare quelle sorta di battelli naturali, e trovar l'arte di costruirne con differenti pezzi di legno, che, uniti insieme, avessero una conveniente solidità ed una capacità sufficiente. Molte antiche nazioni si servivano di barche composte di piccole verghe di legno pieghevoli, intrecciate e coperte di cuoio. Questa specie di navigli sono tuttavia in uso sul Mar Rosso. Le barche dei popoli dell'Islanda sono formate di lunghe pertiche incrociate ed unite insieme con legami di osso di balena. Sono guernite di pelli di cane marino, cucite con nervi in vece di filo. Le barche de' selvaggi dell'America sono fatti di scorze di alberi. È però a credersi che non avranno gli uomini tardato molto a trovare l'arte di far navigli di più tavole, insieme unite con legami o con caviglie di legno. Presso molti popoli si possono vedere ancora modelli dell'una e dell'altra sorta di tali navigli.

Secondo Mosè, i primi navigatori furono i nipoti di Jafet che passarono in un'isola vicina al continente e se ne impadronirono; ma in Asia si accordava questo titolo ad Erizia, il quale apparteneva ad un popolo per noi perduto e detto Oriti od Orieni, che abitava verso la parte meridionale del mar Rosso. Questa contrada dicevasi pure terra di Schir, e forse fu quella in cui Esaù stanziò dopo la morte di Abramo. Sanconiatone attribuisce anche questo primo saggio di costruzione di vascelli e di viaggi sui mari ai Cabiri, i quali popoli, secondo i Fenici, erano contemporanei dei Titani; ma altre cronache favolose assicurano che al primo Atlante sia da riportarsi l'origine del commercio e della navigazione. Del resto, queste prime navi dovettero essere molto fragili, nè potevano vogare che col remo. Gli Egiziani però fanno risalire fino ad Iside l'invenzione delle vele.

Venendo a tempi meno remoti e ad uno stato assai più avanzato delle costruzioni navali, i Fenicii, fino da 1250 anni innanzi a Gesù Cristo, spinsero alcune loro navi fuori dal Mediterraneo nell'Oceano, e quantunque tengano molti Sesostri pel primo che facesse costruire navi da guerra, sembra piuttosto anche questo onore dovuto ai Fenicii. Certamente non potrebbero le antiche navi fenicie paragonarsi neppure lontanamente alle navi attuali; ma non però è da credersi che fossero meschinissima cosa, siccome quelle barche imperfettissime di cui si servono ancora alcune rozze nazioni, non potendosi conciliare con simili idee le estese navigazioni intraprese dai Fenicii, la loro arditezza di esporsi sull'Oceano, la quantità delle merci onde erano caricati i loro legni. Se per la fabbrica delle loro navi avessero seguito una cieca pratica soltanto senza alcun principio nè riflessione, sarebbe stato impossibile a que' popoli distinguersi tanto in que' tempi nella nautica siccome fecero. Quanto si sa sulla forma dei navigli dei Fenicii è che se ne distinguevano di due sorta fino da allora, gli uni destinati pel commercio, gli altri per le spedizioni e imprese navali. Differente era la fabbrica di queste due sorta di legni. Il vascello da guerra de' Fenicii, il quale sembra che servisse di modello alle altre nazioni, era lungo e appuntato, e si chiamava *arco*. Questo è tutto quel che se ne può dire. Il vascello mercantile, chiamato *gaulus* e *gauloi*, era al

contrario di una forma rotonda, o, per meglio dire, quasi rotonda; imperocchè non si può credere che con l' espressione di vascelli rotondi abbiano gli antichi voluto dinotare una perfetta rotondità, poichè somiglianti navigli non avrebbero potuto sostenersi sul mare, ma tutto al più galleggiare sui fiumi. Sembra dunque che i gauli fossero nel mezzo molto gonfi a fine di potere portare più mercanzia, e venissero poi nominati *rotondi* per distinzione dai vascelli da guerra, i quali erano oltremodo lunghi e appuntati.

Così fatti legni che avevano il ventre largo e la carena piatta, soggetti erano a grandi inconvenienti, e dovevano essere cagione di molti ostacoli alla navigazione. In vero un naviglio di forma rotonda, e di fondo largo e piatto, pesca se non pochissimo, e per questo solo è dominato da tutti i venti, imperciocchè gli manca il necessario punto di appoggio, e tuffandosi pochi piedi nell' acqua, scivola sopra la superficie delle onde senza potere difendersi e resistere. Non può dunque far viaggio se non col vento in puppa; ed anche allora non è in istato di poter portare molte vele. Quindi il camminare de' vascelli mercantili fenicii doveva essere, conforme a questi principii, lento oltremodo e incertissimo, e perciò richiedevasi necessariamente molto tempo per fare con tali legni piccolissimi viaggi. Non è inoltre difficile far conoscere, per qual cagione i primi naviganti avessero fatti di forma rotonda i loro navigli mercantili; poichè ciò conveniva perfettamente allo stato nel quale trovavasi la navigazione in quei tempi. Allora ognuno si allontanava dai lidi meno cha fosse possibile. Non potevano perciò gli antichi fare i loro legni molto profondi e cercavano adunque di guadagnare nella larghezza quello che perdevano nella profondità.

Non pare che avessero questi navigli prua e puppa, o una parte davanti ed una parte di dietro, distinte l' una dall' altra; ma che la forma di ambedue fosse la medesima e che si potessero far andare per ogni verso. Ciò induce a credere la maniera, con cui i detti legni erano fabbricati, la quale era molto differente da quella dei nostri vascelli. Questi hanno un solo timone attaccato alla puppa; ma gli antichi ne avevano fino a tre e quattro; cioè a dire che, propriamente parlando, non ne avevano alcuno; e quelli, che ne facevano le veci, erano secondo ogni probabilità, una specie di remi lunghissimi e larghissimi. Quindi pare che quelli potessero condursi per qualunque verso si voleva. Alcune nazioni indiane si servono ancora oggidì di vascelli che senza girarsi vanno ugualmente verso una parte e verso la parte opposta, e non ha molti anni costruivasi nell' Inghilterra come nuova cosa una nave dotata di questa proprietà, cui davasi perciò il nome di *Giano*. Forse ancora i timoni degli antichi in vece di essere attaccati alla puppa ed alla prua erano accomodati ai fianchi, come si vede che sono nei *praos* o *piroghe* di Bantam ed in alcune nostre grosse barche le quali navigano sul Po.

Nella Grecia, per confessione dei migliori storici di quel paese, non si erano adoperate se non che barche e piccoli navigli mercantili fino alla intrapresa degli Argonauti, che, sotto la condotta di Giasone, tentarono penetrare nella Colchide, il quale avvenimento ebbe luogo circa 1253 anni innanzi di Gesù Cristo. In tale incontro Giasone fece fare a piè del monte Pelion nella Tessaglia un vascello che per grandezza e imponenza di preparativi superava quelli tutti che si erano fino allora veduti, e fu questo il primo vascello da guerra che uscisse dai porti della Grecia. Quanto alla forma dei vascelli dei Greci si può assicurare che negli antichi

tempi non mettevano eglino grand' arte nel fabbricarli La parte fondamentale dello scafo, o veramente l' ossatura del naviglio, era composta di travi posti assai presso l' uno all' altro, e ridotti a fare curpo insieme con pezzi di legno unitivi con incastri. Il parapetto o la sponda era fatta di tavole di mezzana grandezza incavicchiate e fermate con legami ai fianchi della nave. Tavole più lunghe formavano il fondo o carena. Questi legni avevano più d' un palco, e Tucidide si è ingannato nell' asserire che quelli i quali portarono i Greci contro Troja, non fossero coperti: basta leggere Omero per restare convinti del contrario. Dice questo poeta, che Ulisse finì il suo naviglio coprendolo con tavole molto lunghe, le quali parole necessariamente dinotano il palco o coperta. È poi a supporre che i detti vascelli non avessero di sotto la costola maestra, come ora si costuma, poichè altrimenti Omero non avrebbe lasciato di rammentarla. Rispetto al timone, ne avevano uno solamente, che era fortificato dai due lati con graticci fatti di rami di salice, o di grossi vimini, il che facevasi per difenderlo dall' impeto delle onde. I vascelli de' Greci erano allora in questo differenti da quelli dei Fenicii, i quali, come già venne osservato, avevano più di un timone.

Non si vede che allora fosse adoperato ferro nel fabbricarli. Non potevano adunque essere questi legni se non oltremodo grossolani; tanto più che i Greci in quei tempi non avevano ancora l' uso della sega, e lavoravano il legno solamente con l' accetta e la pialla. Si può da questi dati arguire in quale stato fosse allora l' architettura navale presso que' popoli. I loro artefici non avevano altra guida che una pratica grossolana, nè potevano applicare a questa parte della nautica la matematica, non avendone alcuna notizia.

Può ad alconi fare stupore l'udire quale specie d' alberi adoperassero i Greci per fabbricare le loro navi, poichè a tal effetto si servivano di alni, di pioppi e di abeti, non usandosi oggidì tali legni per fare i vascelli, ma solamente pei lavori interni di essi. Bisogna però osservare che nei paesi caldi gli alberi supraddetti sono assai differenti da quelli de' nostri climi, riuscendo molto più duri e molto meno soggetti a sbiecarsi od altramente alterarsi. Al presente ancora in Turchia i vascelli sono interamente fabbricati di abete, imperciocchè l' abete in quel paese è buono egualmente che la quercia in Francia. La preferenza dunque che davano gli antichi ai legni predetti, era bene fondata, e trovavano pure un grande vantaggio nel servirsene, perchè essendo que' legni molto leggeri, erano per questo più atti a rendere pronti al corso i navigli che se ne facevano.

Omero non ci fa sapere, se i Greci nei tempi eroici usassero di dare carena ai loro vascelli e calafatarli. Suida dice, che i Feaci, presso i quali Ulisse fu gittato dalla tempesta, impeciavano i loro legni; ma questa autorità è troppo moderna rispetto a secoli così remoti. Quello che vi è di certo, si è che nei tempi posteriori si adoperava a quest' uso la pece, la gomma ed anco la cera.

Per quanto alla zavorra si era fino d' allora conosciuta la necessità di dare ai vascelli un certo peso che li facesse immergere nell' acqua, servisse loro di contrappeso, ed impedisse che si rovesciassero, e perciò i Greci avevano la cura di caricare di zavorra i loro legni. Alcuni autori pretendono, che Diomede partendo da Troja facesse servire a tal uso le pietre di quella infelice città.

Mentre i nostri vascelli hanno quattro alberi, quelli de' Greci al tempo della guerra di Troja ne avevano uno sola-

mente, il quale non era neppure fermato immobilmente; poichè si usava di stenderlo sul ponte, allorchè il naviglio era nel porto, alzandolo quando si voleva partire, ed assicurandolo con funi. Questo albero era attraversato da una sola antenna, e sarebbe difficile determinare con certezza se questa portasse più vele od una sola. La prima opinione pare più probabile, atteso che Omero nomina sempre le vele in plurale. Queste erano mosse e regolate con varie corde, e fino dai tempi eroici le diverse parti di un vascello avevano ciascuna il loro nome particolare relativo al suo uffizio.

Erano le vele fatte di diverse materie, di canapa, di giunchi di erbe con lunghe foglie, di stuoie e di pelli; ma pare però che quelle de' Greci fossero per lo più di tela. Lo stesso è a dirsi delle gomene, a fare le quali adoperavasi cuoio, lino, ginestra, canapa, in una parola tutte le diverse piante e scorze che possono servire a questo uso. Le gomene di giunco o di salice marino pare che sieno state preferite alle altre dai Greci ne' tempi eroici: e le avevano di Egitto, dove questa pianta è molto abbondante. Omero non dice se si desse ai cordami qualche intonaco a guisa di vernice, che difendendoli dalle impressioni dell'aria e dell'acqua li preservasse dal marcire.

Il costume di pingere ed ornare i vascelli è antichissimo, ed era praticato anche avanti la guerra di Troja. Erodoto dice che allora vi si adoperava il cinabro, e la maniera con cui si esprime fa intendere che non ci fosse più questo uso al suo tempo.

Dopo avere parlato della fabbrica dei vascelli e dei loro arnesi e parti nei secoli eroici, è cosa opportuna esaminare quale fosse in allora la loro forma.

Sembra che ben tosto abbiano avuto i Greci due maniere di fabbricarli, una pei navigli mercantili, e l' altra pei vascelli da guerra. Erano i primi molto larghi e corti, avendo la pancia larghissima. Gli altri al contrario erano di forma assai lunga. Tale era, per quanto è fama, il naviglio sopra il quale Danao passò nella Grecia. Questo legno aveva cinquanta remi, cioè 25 per ogni banda, e si pretende che servisse di modello per fare la nave d'Argo, che è il primo vascello da guerra che i Greci abbiano fabbricato. Si devono inoltre considerare tutti questi legni come tante specie di galee che andavano a vele ed a remi, poichè, oltre che delle vele, si parla sempre dei rematori e dei banchi sui quali erano seduti. Nulla diremo dei vascelli che avevano più ordini di remi, non parlandone Omero, e non essendosi usati se non dopo la guerra di Troja.

Qualunque forma avessero allora i navigli dei Greci, non dovevano essere molto grandi. I maggiori, dei quali parla Omero sono quelli dei popoli della Beozia, i quali dice che portassero centoventi uomini. Potrebbe taluno imaginarsi che egli non avesse inteso di significare se non le truppe di sbarco; ma ciò non è probabile, poichè, come osserva molto bene Tucidide, i soldati erano quelli che servivano di rematori; pare adunque che tutti quelli che erano sopra quei vascelli si riducessero a centoventi uomini. Può giudicarsi in oltre della loro piccola mole dall' uso che avevano allora i Greci di tirare a terra i loro navigli, subito che erano in porto. Quindi si vede che quando si trattava d' imbarcarsi, la prima operazione era di trarre in acqua il naviglio. Questa operazione era allora sì facile che i marinari non mancavano di portar via il timone de' loro vascelli quando erano a terra, per timore che fossero condotti via senza loro saputa.

Pare molto straordinario quest' uso di tirare in secco i navigli quando non si

adoperavano, eppure era generalmente praticato. L' armata navale dei Greci era rinchiusa nel campo dinanzi a Troja, ed avevano fortificato questo campo così per loro sicurezza, come per assicurare i vascelli dalle scorrerie del nemico. Non è agevole comprendere in qual maniera si potessero dopo un certo tempo adoperare sì fatti legni, che dovevano essere sconnessi e sbiecati in più luoghi, e a ciò dovevano i Greci essere molto attenti, imperciocchè, navigando sul Mediterraneo, i loro vascelli dovevano essere molto saldi e forti, atteso che il flusso e riflusso di questo mare è assai frequente, e per conseguenza batte più spesso i navigli, e gli affatica molto più che non faccia l' Oceano.

Fino dai più lontani tempi di questa nostra Venezia vi si coltivò molto la fabbricazione delle navi, come la sua posizione rende ben naturale. Invero la cronaca Sagornina ricorda fino dall' anno 837 il doge Tradonico aver fatto costruire due vascelli di tale grandezza quali mai non se ne erano veduti dapprima, e dice che erano di quel genere che i Greci chiamavano *chelandie* e i Veneziani *galandrie*, perchè imitavano la forma delle testuggini, i nomi delle quali in greco ed in veneziano hanno molta analogia con quelli delle navi anzidette. Pare che queste galandrie potessero corrispondere alle nostre navi di prima linea: si sa che ve ne erano di varie grandezze, che montavansi spesso da 200 e più soldati e che vi avevano molti rematori disposti a file, sicchè sembra che da queste galandrie venissero poi le galee grosse o meglio ancora le celebri galeazze dei Veneziani. Nel 935 si costrussero in Venezia contro i Slavi in Narenta 33 navi, ma di quelle dette *gambarie*, le quali erano forse legni leggeri meglio atti a combattere coi corsari slavi e dalmati che servivansi di legni simili. Facevansi poi navi assai grandi, cui si dava il nome di *coche*, ed erano simili ai dromoni più antichi, le quali portavano comunemente da 700 a 800 uomini e taluna perfino a 1000. Erano pure grandi legni i *buzi*, i *navibuzi*, la *tarede*, le *navi-quadre* e le *navi latine*. Queste ultime erano lunghe 60 piedi in colomba, 24 e mezzo in bocca, 9 e mezzo in coperta; avevano due schifi, una gondola lunga 24 piedi, un battello, lungo pure 30 piedi, e molte vele: le navi quadre erano più grosse, poichè portavano un carico di 300 botti, ma le coche erano spesso di somma grandezza, e taluni credono si chiamassero anche *navi rotonde*. Ciò mostra con sicurezza che fino dai più remoti tempi avevano i Veneziani grandi navi a vele ed a remi. Le galee grosse dei Veneziani avevano 175 piedi di lunghezza, due grandi vele dette la *mezzana* ed il *pappafico*, e non si sa se tali fossero quelle che i Greci stessi guardavano con meraviglia e chiamavano *rocche ambulanti*. Le galee sottili avevano 135 piedi di lunghezza e tre vele, dette *mezzana*, *terzarolo* e *artimone*; portavano da prua un lunghissimo sperone o rostro, servivano per la guerra, e formavano la così detta armata sottile, essendo velocissime al corso a pronte ad ogni evoluzione. Avevasi poi una terza specie di galea che stavano di mezzo fra le due altre, e servivano pel traffico della Romania, del mar Negro e della Soria: portavano quattro vele dette *artimone*, *terzarolo pappafico* e *cochina*; le galee sottili portavano 180 uomini, le grosse 300, e le mezzane 200; le grosse avevano fino a 100 remi. Nel dodicesimo secolo si costruì in Venezia una nave così grande che mai se ne era veduta una simile negli arsenali greci, la quale portava tre alberi, mentre invece i Greci ne avevano due, ed era tanto veliera che pareva volasse sull' acqua, nè le galere più veloci potevano

raggiungerla. È pure da dirsi come nello stesso secolo si costruisse altro naviglio di tale grandezza che si chiamò *tutto il mondo*, il quale proteggeva tutte le navi e le galere della flotta, ed aveva un castello che uguagliava in altezza i merli delle mura di Ancona che doveva assediarsi, con tali macchine e batterie da spaventare gli assediati. Anche nel celebre assedio di Caiffa in Soria avevano i Veneziani grandissime navi, con tanto alti castelli da pareggiare le torri della città, che presero ben presto d'assalto. Da una carta di convenzione fra il re di Francia San Luigi e la repubblica veneta pel passaggio in terra Santa rilevansi le misure seguenti di una delle tre grosse navi noleggiate a tal fine. Questa nave, detta *Santa Maria*, era lunga piedi 108, vale a dire 70 in colomba e 38 di sporgenza della prua e della poppa; nel fondo era larga nove piedi e mezzo, nella prima coperta piedi undici e mezzo, e nella seconda sei e mezzo, con 28 e mezzo di larghezza in tutta la parte superiore della nave. I corridoi erano alti 5 piedi, e da questi fino alla cima del bordo aveanvi tre piedi. Nei capi della colomba, cioè dal più basso fondo della poppa fino alla somma altezza di essa, aveanvi 40 piedi e vi erano due *paradisi*, i quali erano forse pergolati ai fianchi della poppa con la parte superiore coperta, detti in appresso *castelli*, ed un sovrapponte, ed un *ballatoio* o pergolato grande 4 a 5 piedi dietro la puppa. Le altre due navi erano quasi interamente simili a questa, tranne per la grandezza. Da queste navi poi, quando l'artiglieria divenne il nerbo maggiore delle armate di mare, vennero le famose galeazze veneziane che nelle tante battaglie avute coi Turchi fino al 1716, pel fuoco esterminatore delle loro grosse artiglierie, per l'altezza del loro bordo, e per avere un equipaggio di pressochè 1000 uomini, decidevano ben presto della sorte e della vittoria delle battaglie, quando potevano cacciarsi nella linea nemica.

Abbiamo creduto non isconvenire a questa opera i brevi cenni dati fin qui intorno alla origine ed alla storia della fabbricazione delle navi, imperciocchè riteniamo che questa parte storica di ogni arte non sia certo da disprezzarsi, nè da considerarsi come inutile per chiunque si occupa dei tecnologici studii.

Nell'articolo Barca del Dizionario sa noveraronsi le principali specie di piccole barche più conosciute ed adoperate comunemente, e nell'articolo Vascello del Dizionario medesimo si disse quali sieno le principali specie di navi o grandi barche, quali i nomi che loro si danno, e quali finalmente i caratteri che le distinguono. Alle specie ivi indicate possono aggiugnersi le Barche *a vapore* ed alcune altre particolari, come le Barche *di salvamento*, quelle sotto-marine e simili, delle quali si parla in articoli separati, e su cui si tornerà solo qui appresso in quanto possa occorrere pel compimento di questo articolo.

Una nave, considerata sotto un aspetto generale, componesi di un solido involucro, il quale si dee immergere nel liquido ambiente fino ad una certa profondità che non può oltrepassare senza scapitar molto di velocità. Considerata nel suo complesso vi si distinguono tre parti principali: quella inferiore, che è sempre sommersa e nel cui interno mettesi la zavorra quando non si abbiano merci da potervi collocare; la parte media, la quale non viene bagnata dall'acqua che pel variare del carico e pei movimenti della nave, ed in cui si fanno aperture adattate con imposte per chiuderle a fine di trasmettere la luce all'interno; la parte superiore, che è coperta in tutta la sua estensione di un tavolato

che dicesi *ponte* o *cassero*, e tiene una sufficiente quantità di aperture per penetrare nell' interno della nave.

Considerando le parti che costituiscono propriamente la nave si vede principalmente sul fondo di essa una lunga striscia di legno piegata in arco, che è la colomba o chiglia, e serve di base fondamentale alla nave, formando in certo modo la spina o filo delle reni di essa, passando attraverso alla carena ed estendendosi dalla puppa fino alla prua. I fianchi di questa spina sono corredati entrambi delle loro costole o corbe, cioè a dire di lunghe spranghe di legno incurvate ed incastrate vi dentro, in quella maniera appunto che le costole del corpo umano sono congegnate e commesse dall' una parte e dall' altra negli sponduli della spina. Questo è precisamente il primo scheletro della nave, e quello che ne costituisce essenzialmente in gran parte la forma. Quali sieno poi le altre parti di una nave si disse nell' articolo Barca in questo Supplemento.

L' arte di costruire queste parti e poi con esse le navi, detta anche *architettura navale*, è troppo complicata e troppo estesa per poterne trattare in questo articolo; perciò basterà esporre la parte essenziale della pratica di essa. Non si tratterà qui se non che della costruzione delle navi di linea, che è la più complicata, imperciocchè, quando sia bene intesa, si comprende poi agevolmente quella degli altri bastimenti. Si è presa, per esempio, una nave di 90 cannoni, e le figure che corrispondono a questa spiegazione sono delineate sulla scala di una linea per piede.

Quando un costruttore vuole intraprendere il lavoro di una nave, dee cominciare dallo stabilirne le misure principali, quali sono la lunghezza, la larghezza, il puntale o l' altezza dell' estremità dei madieri al di sopra della faccia superiore della chiglia ed altre, e fare piani sotto differenti punti di vista.

Il primo piano da farsi, che vedesi nella fig. 1 della Tav. XCIX delle *Arti meccaniche*, è un' alzata della lunghezza geometrica della nave presa in tutta la sua lunghezza.

Questo piano comprende le seguenti indicazioni:

1.° La lunghezza A B della chiglia, la sua altezza verticale e la sua scanalatura.

2.° Lo sporto, il contorno, l' altezza, la grossezza e la scanalatura della ruota di prua B C.

3.° L' inclinazione della ruota di poppa A D, la sua grossezza e la sua scanalatura.

Si terminano le due estremità del piano con linee punteggiate verticali D E, C F, che diconsi le perpendicolari della ruota di poppa, e della ruota di prua.

4.° La linea sopra i bagli del primo ponte G G G, la quale dimostra l' altezza del puntale nel mezzo, e la curvatura del ponte sull' innanzi e sull' indietro.

5.° La posizione de' sportelli H, H, H della prima batteria.

6.° La linea sopra i bagli del secondo ponte I I I.

7.° La posizione dei portelli della seconda batteria K K K.

8.° La linea de' castelli, cioè del castello di prua e del cassero L L L.

9.° La posizione de' portelli del cassero M, M, M, e di quelli del castello di prua N, N, N.

10.° Il luogo, il contorno e la curvatura delle incinte 1, 2, 3, 4, 5. L' ultima delle quali si chiama *incinta del discolato*.

11.° Le spalle del discolato dei castelli O O O, e quella del casseretto 7.

12.° Le forme o maestre de' castelli di prua, e del cassero di poppa P P P.

13.° La linea che è sopra le latta o baglietti del casseretto Q Q.

14.° Lo sporto ed il contorno del forno di poppa.

15.° L'inclinazioue della ruota, ed il profilo della poppa e della figura S T.

16.° La posizione dell'albero di mezzana U, dell'albero di maestra W, dell'albern di trinchetto X, e dell'albero di bompresso Y.

17.° Lo sporto ed il contorno del tagliamare Z, e de' pezzi che compongono lo sperone, ed il luogo della figura.

18.° La posizione delle cubie *a a*.

19.° La lunghezza e grossezza del parasarchie *b b*, delle lande *c c*, e delle staffe *d d*.

20.° La linea d'acqua sotto carica *e e*, e le altre linee f^1 f^2 f^3, situate a distanze eguali, paralelle ed inferiori alla prima.

21.° La posizione delle coste di levata 8^p, 7^p, 6^p, 5^p, 4^p, 3^p, 2^p, 1^p, M^p, M^a. La costa maestra è doppia, cioè ve ne sono due esattamente simili. Veduta la nave nel piano della sua lunghezza, le coste 1.ª 2.ª 3.ª 4.ª compariscono come linee rette e perpendicolari alla chiglia.

22.° Il deviamento *g g* delle alette od ultime coste di poppa ed il loro contorno, relativamente sempre alla lunghezza della nave veduta in profilo. Si segnsnn ancora sullo stesso piano, con linee rosse o punteggiate, la posizione de' bagli, e quella delle bocche-porte; *h* la grande bocca-porta; *i* bocca-porta del deposito delle gomene; *k* bocca-porta del magazzino de' viveri; *l* bocca-porta del deposito della polvere; *m* bocca-porta della stanza del maestro cannoniere; *n* bocca-porta della fossa de' lioni; *o o* bocca-porta per la grande scala di santa Barbara e della grande camera.

Il secondo piann, che si vede nella fig. 4 della Tav. XCVIII delle *Arti meccaniche*, è il piano verticale o di proiezione, il quale dimostra appunto la proiezione delle coste, cioè i contorni n garbi delle coste di levata. Per disegnare questo piann si comincia dal fare un paralellogrammo, i cui lati orizzontali A B, C D sieno uguali alla maggiore larghezza della nave, ed i lati perpendicolari alla sua maggiore altezza, presa dal disopra della chiglia sino all' orlo superiore del discolato o capo di banda, alla metà della sua lunghezza. Si divide questo paralellogrammo in due parti uguali con una perpendicolare E F, la quale indica il mezzo della nave, o, per dire più esattamente, segna la linea di mezzo della ruota di prua, e la linea simile della ruota di poppa. Alla sinistra di questa linea si tira una paralella G H, la quale segni la metà della larghezza della ruota di poppa, ed alla destra nna linea L K, che segni la mezza larghezza della ruota di prua. Si tirano poi due linee punteggiate, paralelle alla base del paralellogrammo od orizzontali, ona delle quali M O, indica l'altezza della linea d'acqua, l'altra P Q è l'altezza dell'incavo o puntale del bastimento.

Fatti questi preparativi si delinea la costa maestra V Q S K H R P W, il cui contorno è regolato dalla lunghezza R S, e dalla curvatura T S, O, U R del madiere maestro, dall' altezza del forte A P, O, B Q, dalla massima larghezza P Q della nave, dal rientramento V D, O, W Y del discolato o capo di banda, dall' altezza dello stesso B D, O, A C nel mezzo della nave: tutti questi ponti si determinano facilmente per mezzo di linee nel paralellogrammo di preparazione. La costa maestra ha un contorno esattamente simile a destra ed a sinistra, partendo nell' una e nell' altra parte dall' angolo della scanalatura della chiglia.

Disegnata la costa maestra debbonsi

disegnare nella sua area i contorni delle altre coste tanto anteriori quanto posteriori. Queste coste diminuiscono di curva a misura che si allontanano dal mezzo, e procedono verso le estremità della nave, sicchè possano essere contenute e delineate nell' interno della costa maestra, le une dentro le altre. Ora, poichè i due lati a destra e sinistra d' ogni costa sono esettamente simili, è manifesto che per avere il contorno intero delle medesime, basta disegnare la metà di ciascuna. In fatti si sogliono disegnere alla destra le coste anteriori, ed a sinistra le posteriori.

Principiando dalle coste posteriori, bisogna segnare all' altezza conveniente il dragante Z G, con la sua curvatura o bolzone, e la sua scanalatura, e questo soltanto per la metà della sue lunghezza. Indi partendo, alla distanza conveniente, dal punto dell' altezza dello stellato o taglio delle opere posteriori *a a*, vicino alla ruota di poppa, si descrive l'aletta *aac* Z *bc*, che passa per l' estremità del dragante, e termina all' altezza del coronamento, cioè alla meggiore altezza della poppa.

Ciò fatto, si ha le costa maestra delle nave e quella che è più indietro di tutte le altre. Prima di delineare tutte quelle che sono intermedie è da farsi un' osservazione.

La nave, quando ha il suo giusto carico, dee immergersi in acqua un poco più all' indietro di quello che sul dinenzi: ciò che si chiama la differenza d' immersione. Quindi ne segue che le chiglia nell' assetto che conviene alla nave in acqua, non è peralella all'orizzonte, ma si abbassa all'indietro, e si rialza dinanzi, relativamente alla linea che si è presa per esprimere la superficie superiore della chiglia, al mezzo della nave, o al luogo della costa maestra. Converrebbe edunque misurare col piano d' alzata l' altezza dove comincia ciascuna di quelle coste che vi sono indicate, cioè la distanza verticale che vi è ed ogni costa tra la scanalatura della chiglia, e la linea d' acqua, e portare questa distanza sulla linea che rappresenta il lato esteriore della ruota di poppa e di quella di prua. Si troverebbe che le coste posteriori avrebbero il loro piede più basso che la costa maestra, e le anteriori l' avrebbero più alto, a misura che si allontenano dalla costa maestra avvicinandosi alla prua. Quindi per conservare il paralellismo della chiglia sopra questo piano, bisogna che le linee non sieno orizzontali, me si abbassino sul dinanzi, e si rialzino all' indietro.

Fatta questa osservazione, bisogna determinare i punti nei quali dee passare la *costa di bilanciamento*, la quale nell' esempio che abbiamo sotto gli occhi è la costa 4 *p*, e disegnarne la metà. Si regolerà la sua eltezza prendendola sul piano di alzata da 4 *a y*.

Quanto egli altri punti che debbono determinere il contorno della costa di bilenciamento, la quale sta tra le costa maestra e l' estremità posteriore, non si può dare nna regola costante. Questi si mutano secondo le varie capacità che si vogliono dare alla nave, secondo le qualità che richiedonsi nella stessa, e secondo lo stellato che si vuole attribuirle. Ogni costruttore ha il suo metodo, e segue le proprie idee, che muta ancore per ogni specie di nave che intraprende di costruire.

Quando si è disegnata la costa di bilanciamento, prima di passare alla delineazione delle altre, è bene indicare le forme, o maestre posteriori, per determinare con maggiore facilità sopre queste i punti pei quali dovrà passare ciascuna coste. Per cominciare dalla forma del forte, si segna questa sul piano di proiezione con una retta Z P, tirata dall' estremità del dragante al luogo del forte, sino alla costa

maestra. Si vedrà nella spiegazione che segue del terzo piano, cioè del piano orizzontale della nave, come questa forma e le altre ancora appariscano per quest' altro verso.

La forma del taglio de' fondi sotto quella del forte è espressa da una linea retta *a* R, che dal punto *a* dell' altezza dello stellato va a terminare nella testa R del madiere maestro, e di là continua fino al punto *l* dell' altezza dello stellato anteriore sul lato destro del piano.

La forma della parte esterna del discolato è espressa su questo piano con una linea retta *d* W, la quale parte dalla sommità dell' aletta, all' altezza della facciata superiore della parte esterna del discolato, presa sul piano d' alzata, e va a terminare alla maggiore altezza della costa maestra.

Queste tre forme o maestre principali servono a determinare la posizione delle altre che sono loro intermedie.

Fra la forma della parte esterna del discolato a quella del forte se ne mette una *g h* ad eguale distanza dall' una e dall' altra.

Se ne mettono quattro tra la forma del forte e quella dello stellato, dividendo in cinque parti uguali, tanto l' intervallo della costa maestra, quanto quello dell' aletta, compreso fra queste due forme, e si tirano pei punti di divisione le rette *m n*, *c p*, *q r*, *i k*; le quali segnano su questo piano le quattro maestre, che soglionsi mettere tra quella del forte e quella dello stellato.

Si dispone sotto la maestra dello stellato un' altra maestra ancora, che dicesi *maestra* o *forma del fondo*, e per fare ciò, si divide in due parti uguali il tratto della costa maestra, che è tra la forma dello stellato, ed il lato della chiglia o l' origine della costa maestra: si tira per questo punto di divisione la linea *s t*, parallela alla forma dello stellato che va a terminare nella ruota di poppa.

Sopra la forma della parte esterna del discolato vi sono le altre due forme dei castelli, *b b w*, *x y u*, prendendo su questo piano d' alzata l' altezza delle tre spalle del cassero.

Ancorchè siasi qui messa una sola forma tra quella della parte esterna del discolato e quella del forte, e quattro fra quest' ultima e quella dello stellato, ciò però è assolutamente ad arbitrio, e si possono determinare a piacere più punti sopra questi piani.

La curvatura nel verso orizzontale di queste forme si vedrà, come si accennò di sopra, nel terzo piano, cioè in quello orizzontale; e l' utilità di queste forme, che è somma nella costruzione per assicurare alle navi una forma perfetta, si rileverà da quanto diremo in appresso.

Quando si sono disegnate così tutte le forme della parte posteriore, nella metà a sinistra del piano verticale, si stabilisce successivamente, e si segna sopra ciascuna forma il punto per cui si vuol far passare ciascuna delle coste posteriori. Cominciando dalla prima dall' indietro, si segna sopra ciascuna forma col numero 1 il punto dove la costa dee incontrarlo; indi col numero 2 la seconda costa, col 3 la terza, e successivamente per tutte le altre.

Quanto alla proiezione esatta di ciascuna costa, ed al punto nel quale devono incontrare le forme, ciò dee avere per fondamento i calcoli più sublimi dell' alta geometria. Tali misure e proporzioni variano all' infinito secondo il rango, le specie de' bastimenti e le qualità che loro vogliansi dare.

Così tutta la parte posteriore è disegnata sul piano di proiezione, cioè sulla metà di questo piano; rimane da fare altrettanto pel dinanzi sulla metà destra, e per fare ciò si segue lo stesso ordine

che si tenne per disegnare la parte posteriore.

Si comincia, d'ordinario dal delineare, secondo il gusto e l'intenzione del costruttore, la costa del parapetto di prua 7 A, indi si continua disegnando la costa dell'orza, la quale corrisponde alla costa di bilanciamento posteriore, e che nel nostro esempio è la costa 4 A; cioè si disegna soltanto la metà di questa costa alla destra del piano, come si fece alla sinistra per la costa di bilanciamento posteriore.

Disegnata che siasi la costa dell'orza, secondo l'intenzione del costruttore, si portano a destra sulla costa maestra tutti i punti nei quali terminano le forme all'indietro già segnate nel lato sinistro della stessa. È manifesto che queste forme corrispondono tutte allo stesso punto od alla stessa altezza sulla costa maestra dinanzi, come sulla stessa costa all'indietro; ma terminano alla ruota di prua ad altezze diverse da quelle che hanno nella ruota di poppa o nelle alette.

La forma dello stellato è espressa dalla linea retta *s l*, che viene a terminare all'altezza de' tagli delle opere anteriori, la quale d'ordinario si fa prossimamente uguale alla metà dell'altezza dello stellato posteriore.

La forma del forte Q φ si tira dal punto Q del forte della costa maestra al punto φ della ruota di prua, passando per la parte più gonfia di tutte le coste, e segnatamente di quella del parapetto di prua.

La forma della parte esterna del discolato nel dinanzi, è disegnata su questo piano con la retta V 9, la quale partendo dall'alto della facciata superiore dell'incinta del discolato nel luogo della costa maestra, va a terminare nella parte superiore della costa del parapetto di prua.

Queste tre maestre, o forme principali della parte anteriore, le quali sono la continuazione delle medesime forme posteriori, hanno, come quelle, una forma interposta tra la forma della parte esterna del discolato e quella del forte, e quattro altre tra quella del forte e quella dello stellato, ed una sotto quest'ultima, chiamata *forma del fondo*, cioè la continuazione verso l'innanzi di quella che si è espressa all'indietro con la linea *s t*.

Dopo avere delineato così nella parte destra del piano verticale tutte le forme della parte anteriore della nave, rimangono da segnare successivamente sopra ciascuna di dette forme i punti pei quali devono passare le coste anteriori da quella 5 A sino alla 7 A, cioè sino alla costa del parapetto di prua, nello stesso modo che si è tenuto per le coste posteriori nella parte sinistra.

Fatte che sieno queste operazioni con esattezza ed attenzione, e bene verificate, il piano verticale della nave è compiuto. Vi si aggiungono però sotto la linea d'acqua coll'intero carico o di bagnasciuga M O, le linee d'acqua paralelle ad esse f^1 f^2 f^3 f^4, le quali rappresentano le f^1 f^2 f^3, ecc., che si sono segnate nel piano orizzontale. Queste linee sono soltanto punteggiate, e riescono utili pel calcolo della capacità della nave e dello spostamento dell'acqua.

Il terzo piano, o piano orizzontale, che si vede nella fig. 2 della Tav. XCIX delle *Arti meccaniche*, mostra la curvatura orizzontale di tutte le forme, o maestre delle quali si tenne discorso parlando del piano di proiezione su tutta la lunghezza della nave; ma soltanto da un lato, poichè il fianco a destra dovendo essere affatto simile a quello sinistro, la delineazione della metà della nave su questo piano è bastante. La linea retta X Y rappresenta la linea di mezzo nel verso della lunghezza della nave che divide in due parti ugnali la larghezza tanto della

chiglia, quanto delle ruote di prua e di poppa. Se ne tira un'altra Z, &, paralella a questa linea, distante dalla metà della larghezza della chiglia e delle due ruote. Perpendicolare alla stessa si tirano le linee 8 P, 7 P, 9 P, 5 P, 4 P 3 P, 2 P, 1 P, *m* P, M A, 1 A, 2 A, 3 A, 4 A, le quali segnano la posizione di tutte le coste di levata, appunto come si sono indicate nel piano di alzata. Si possono tirare queste linee indefinite, osservando soltanto che quelle di mezzo, cioè M B, M A, che sono le più lunghe, abbiano la lunghezza uguale alla metà della larghezza della nave.

Indi si dee segnare con una linea curva Z W all'indietro il lato anteriore della metà del dragante, e con un' altra linea retta X x la linea estrema posteriore e superiore della poppa, cioè la linea del coronamento della nave.

Fatto ciò, debbonsi indicare successivamente su questo piano le curvature orizzontali di ciascuna forma. Incominciando da quella del forte, si misura sul piano di proiezione la distanza orizzontale dell' incontro di questa forma con ciascuna costa di levata della linea che segua sullo stesso piano il lato esteriore di prua e della ruota di poppa; e si riportano tutte queste distanze sulle linee, che rappresentano queste stesse coste di alzata sul piano orizzontale. Poscia si misura la distanza *u* Q, O, *u* P, nel piano verticale, e si riporta sul piano orizzontale da *m* P in *m* P, e da M A in M A sopra le linee punteggiate che esprimono le due coste maestre: si segnano con la matita i punti di queste linee o coste di levata dove essa termina; indi prendendo con un compasso sul piano verticale la distanza orizzontale fra la linea di mezzo della nave ed il punto d' intersezione della forma del forte con la costa di levata 1 P al punto 1 X, si riporta questa misura sul piano orizzontale, da 1 P in 1 X; si prende la stessa misura sul piano verticale per la distanza della forma del forte al luogo della costa 2 P, e si segna sul piano orizzontale il punto 2 X, dove questa distanza viene a terminare; si procede nello stesso modo per segnare la larghezza di questa forma al luogo di tutte le coste di levata, posteriori, portando dal piano verticale al piano orizzontale le distanze che vi sono tra la linea di mezzo della nave, ed il punto d' intersezione d' ogni costa, una dopo l'altra, con questa stessa forma del forte, e si hanno i punti w 4, x 5, y 6, 3 7, φ 8, δ 2 che danno sul piano orizzontale i punti 1 x, 2 x, 3 x, 4 x, 5 x, 6 x, 7 x, 8 x, & W.

Si misura nello stesso modo la distanza orizzontale, che vi ha tra la linea di mezzo della nave dal lato destro, cioè verso la parte anteriore nel piano di proiezione, e le coste M A, 1 A, 2 A, 3 A, ecc., fino ad incontrare la forma del forte, dal che si hanno alla destra de' punti simili: indi per mezzo di tutti questi punti, trovati nel piano verticale, riportando le stesse aperture di compasso nel piano orizzontale si hanno i ponti 1 y, 2 y, 3 y, 4 y, 5 y, 6 y, 7 y; finalmente facendo passare per tutti questi punti trovati nel piano orizzontale, una curva dolce, e seguita W 8 x, 7 x, 6 x, 5 x, 4 x, 3 x, 2 x, 1 x, *m* P, x, M A, y, 1 y, 2 y, 3 y, 4 y, 5 y, 6 y, 7 y, ecc., questa esprimerà la forma del forte dall'innanzi all'indietro.

Misurando similmente le distanze orizzontali che vi sono nel piano di proiezione fra il mezzo della nave, ed i diversi punti d' intersezione della forma susseguente y n con tutte le coste di levata anteriori e posteriori, e portando tutte queste misure successivamente nel piano orizzontale, sulle coste corrispondenti, si troveranno, operando con attenzione, tutti i punti S T U V W, a, b, c d e f g, pei

quali si dee far passare la curva, cha indicherà la forma segnata *y n m* nel piano verticale dall'innanzi all'indietro.

Si troveranno successivamente e nello stesso modo tutte le altre forme, così *C h i k o l m n* esprime la forma dello stellato; **N O P Q R**, la forma del fondo, **F A B C D E**, ossia la forma μ π *k i* del piano verticale, ecc.

Si sono segnate ancora nel piano orizzontale la forma della opere morte, ancorchè meno essenziali. Bisogna avere grande attenzione per evitare la confusione a l'incrocicchiamento di queste linee in diversi luoghi; ma dopo ciò che si è detto non può restare il menomo dubbio sul modo coma si abbia ad operare per ritrovare la curvatura di tutte le forme o maestre, cha sono sopra quella del forte, lo che si ottiene seguendo lo stesso metodo che si spiegò per quelle che sono al disotto.

Tutta queste forme devono dare un contorno dolce ed aggradevole. Se alcuno da' punti d' incontro delle coste di levata con le forme turbasse la regolarità e dolcezza d'alcuno de' contorni, converrà modificare e mutare qualcha cosa della coste, sino a che si arrivi a dara alle forme una figura perfetta, dalla quala dipende quella della nave.

Le forme o maestre sono di grande utilità, non solamente par conoscere, se le coste delineate sieno per dare alla nave una figura aggradevole, nella quale non vi sieno angoli rientranti nè saglienti, cioè nè cavità nè gibbosità, ma ancora essenzialmente per rilevare la squadratura delle coste, cioè l'obbliquità più o meno granda da' loro lati, a misura cha si allontanano dal mezzo della nave. Sono anche necessarie per trovara i garbi o sesti di tutte le coste intermedie o di riempimento, che si mettono fra le coste di levata, le quali d' ordinario sono discoste fra loro in modo da riceverne tre in ciascun intervallo.

Volendo, per esempio, conoscere il garbo della costa *m n*, la quale succede immediatamente alla costa di levata 1 P, tra questa e la 2 P, si pranderanno successivamente la distanze cha sono nel luogo di questa costa, dal lato esterno della chiglia a ciascuna delle forme, e portandole sul piano di proiezione orizzontale della linea di mezzo della nave ai punti P della forma del fondo, al punto O della forma dello stellato, e ai punti *p*, *q*, *r*, *n* delle altre forme, si avranno i punti P, O, *p*, *q*, *r*, *n*, ecc., pei quali si farà passare una curva che mostrerà il garbo di questa costa.

Si troverà parimente per mezzo della dette forme il contorno di qualsivoglia altra costa di riempimento.

Nell'altro piano orizzontale della fig. 4 della stessa Tav. **XCIX** delle *Arti meccaniche*, si ha il modo di segnare le linee d' acqua. Si prendono le lunghezze sul piano verticala con lo stesso metodo che si è tenuto per le forme. Si trova il loro conturno prendendo successivamente le larghezze loro o aperture, nel sito di ciascuna costa di levata sul piano verticale, a portando queste diversa misure nel piano orizzontale sulle costa corrispondenti, tanto a destra, quanto a sinistra, si avranno i punti *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, facendo passara pei quali una curva si avrà descritta nel piano orizzontale la linea d'acqua.

Le altre linea d' acqua f^1 f^2 f^3 f^4 f^5 si trovano e si descrivono nello stesso modo, prendendo successivamente le loro larghezze o aperture dal piano verticale, a portando questa misure nal piano orizzontale per tutte le coste corrispondenti.

Questa linee d' acqua non sono utili coma le forme nell' eseguire il lavoro della nave: sono linee puramenta immaginarie, descritte dal costruttore per investigare

le proprietà del suo bastimento e per calcolare la parte immersa.

Quando queste linee hanno tutte una curva facile e condotta con dolcezza, si può giudicare che il corso dell' acqua si farà lungo la carena senza molta resistenza, e che per conseguenza, a circostanze uguali pel resto, la nave sarà molto atta al corso.

Le linee d' acqua dividono tutta la carena, o la parte immersa della nave, in altrettante sezioni orizzontali; perciò sono utilissime nel calcolo dello spostamento d' acqua che fa la nave, delle capacità, del suo centro di gravità, del suo metacentro e di molti altri oggetti.

Spiegato il metodo di formare i piani d' una nave, daremo in breve la descrizione del modo di eseguirli in grande e di costruirla.

D' ordinario in ciascun porto di costruzione vi è una sala grande, chiamata *sala de' modelli*, sul cui tavolato piano, uniforme, e bastantemente spazioso si può descrivere il piano verticale o di proiezione delle coste, ed il piano orizzontale delle forme, della stessa grandezza della quale si vuol fare la nave: sopra questo piano i falegnami vanno a fare i loro garbi, ed a prendere le misure per eseguire tutti i pezzi della nave, e particolarmente le coste.

Preparato il cantiere nel quale si vuole costruire la nave si comincia:

1.° Dal collocarvi la chiglia con l' estremità che dee essere la poppa, verso il mare, più bassa, e l' estremità che dee essere la prua verso la parte più alta del cantiere.

2.° S' innalza con le cavrie la ruota di prua sul suo tallone o calcagnuolo, se ne verifica la perpendicolarità laterale, e l' aggiustatezza della sua posizione, e si mantiene a luogo con puntelli.

3.° Assestati e messi insieme tutti i pezzi che compongono l' arcaccia, s' innalza questa con le cavrie sull' estremità posteriore della chiglia; si mette nella sua esatta posizione, e si sorregge con più puntelli posti a varii punti.

4.° Si mette la contro-ruota di prua interiore.

5.° Si dispongono la contro-chiglia e la contro-ruota interiore di prua; si uniscono alla chiglia ed alla ruota di prua con caviglie di legno.

6.° Si forma, si mette al luogo, e s' inchioda il piede di ruota di poppa sulla contro-chiglia.

7.° S' incavigliano insieme sul terreno vicino al cantiere i madieri, le cappezzelle, gli scarmi, che formano ciascuna delle coste regolate del costrutture; e quando queste coste tutte sono così unite in terra, s' innalzano una dopo l' altra con le cavrie sulla chiglia e contro-chiglia, cominciando dalla costa che dee essere più indietro di tutte, sino a quella che dee essere più innanzi, cioè quella del parapetto di prua. Si mettono al loro giusto luogo, col mezzo della squadra e del piombo, e si sostengono con numero sufficiente di puntelli di abete.

8.° Si eseguiscono e si dispongono le forme, le quali abbracciano per di fuori tutte le coste; le forme si fanno sottili, e leggere di legno d' abete, non servono che per aiuto alla costruzione della nave, e si levano a misura che si fa col fasciame il rivestimento esteriore.

9.° Si circonda la nave con pali fitti in terra, ed innalzati perpendicolarmente, i quali, muniti in alto di pulegge o taglie, e di traversi in differenti punti della loro altezza, danno punti d' appoggio per sollevare pezzi di legname e costruire i palchi sui quali devono stare gli artefici.

10.° Si fanno le coste di riempimento per guernire gl' intervalli fra quelle di levata; non si mettono come queste formate ed insieme unite una dopo l' altra, ma si

collocano successivamente tutti i madieri e mezzi madieri di queste coste, indi le cappezzelle a destra ed a sinistra, i primi scarmi a destra, ed a sinistra i secondi; finalmente e successivamente i terzi e quarti scarmi, quelli delle cubie e quelli estremi laterali della ruota di prua.

11.° Si formano e si dispongono a suo luogo gli scarmi delle cubie e quelli della ruota di prua.

12.° Si collocano nell' intervallo, tra ogni due madieri sopra la chiglia e la contro-chiglia piccoli pezzi di legno chiamati *chiavi*, per tenerli uniti e rinforzarli.

13.° Si formano e si mettono a luogo i pezzi del paramezzale, e le ghirlande dinanzi e di dietro; s' inchiodano coi madieri, con la contro-chiglia, e con la chiglia, dal di fuori al di dentro.

14.° Si cacciano uno o due ordini di chiavi paralellamente alla chiglia, a sinistra e a destra, nelle maglie o intervalli tra le coste, per tenerle al loro sito, ed impedirne ogni movimento.

15.° Si mettono i fasciami interni o serrette del fondo, avendo l' attenzione di preparare antecedentemente la parte inferiore delle coste con l' ascia, per togliere loro tutte le disuguaglianze.

16.° Si forma e si dispone a suo luogo la dormiente del primo ponte a sinistra e a destra.

17.° Si mettono al disotto la contro-dormiente e gli altri fasciami inferiori.

18.° Si mettono i fasciami tra gl' inferiori suindicati e quelli del fondo. Questi d' ordinario si dispongono alternatamente ad un pieno e a un voto, al dinanzi ed all' indietro. Nel luogo del deposito della polvere e dei cassoni de' cartocci le coste sono interamente coperte con i fasciami.

19.° Si formano e si dispongono al loro luogo successivamente tutti i bagli del primo ponte e quelli del falso ponte.

20.° Si pongono i tramezzi fra i bagli sopra la dormiente.

21.° Si formano, si mettono a luogo, e s' inchiodano i bracciuoli de' bagli del primo ponte e del falso ponte.

22.° Si formano e si cacciano ai loro luoghi i traversi dei bagli del primo ponte.

23.° Si stabiliscono i baglietti del primo ponte.

24.° Si colloca il trincarino del primo ponte a sinistra e a destra lungo tutta la nave.

25.° Si segnano i luoghi de' portelli della prima batteria, si tagliano gli scarmi, che incontransi ove sono da aprirsi i portelli, si stabiliscono le soglie de' medesimi; in una parola, si aprono e si formano i portelli.

26.° Si mettono le fasciature interiori al disopra dei trincarini, e quelle che cuoprono l' intervallo fra due portelli internamente.

27.° Si formano, si mettono a luogo, s' inchiodano le porche, composte de' loro madieri, mezzi madieri, primi scarmi, secondi e terzi scarmi.

28.° Si formano e s'inchiodano ai loro luoghi le gole per rinforzare il dinanzi, ed i bracciuoli d' arcaccia per fortificare la parte posteriore del bastimento.

29.° Si mette a suo luogo e s' inchioda il contro-trincarino del primo ponte.

30.° Si dispongono al loro sito le corsie del primo ponte, e si formano tutte le bocche-porte, e le aperture che devono essere aperte in questo ponte.

31.° Si dispongono i puntali nella stiva, che s' impostano sul paramezzale nel mezzo della nave per sostenere i bagli del primo ponte.

32.° Si copre interamente di madieri il primo ponte.

33.° Si stabilisce e s' inchioda la gola o ghirlanda delle cubie.

34.° Si formano e si stabiliscono al

loro luogo le bitte, e tutti i pezzi di cui sono formate.

35.° Si formano le micchie dell' albero di maestra e di quello di trinchetto nel fondo della nave.

36.° Si formano e s' inchiodano ai loro luoghi le due incinte più basse, cioè la prima e la seconda che sono sotto la batteria, e i madieri o fasciature fra queste incinte.

37.° Si fascia il vivo della nave, o l' esterno della parte che dee restare immersa, cominciando dai torelli o madieri più vicini alla chiglia, e da questi ascendendo sino sotto all' incinta più bassa, avendo cura di preparare per l' innanzi il di fuori delle coste, per addolcire il loro contorno, e levare le scabrosità che fossero rimaste dal primo lavoro soltanto digrossato, sicchè le tavole del fasciame vi si adattino perfettamente. A misura che si copre la nave col fasciame, lo che si fa del pari a sinistra e a destra, si levano le forme, le quali allora divengono inutili. Quanto ai puntelli che sostengono le coste, si levano a misura che si lavora, e si rimettono dopo, appoggiandole alla fasciatura.

38.° Si forma il pozzo delle trombe all' albero di maestra, ed il deposito per le palle da cannone dinanzi al pozzo stesso, e si ricopre il tutto di tavole.

39.° Si forma il falso ponte, vi si fanno le aperture o bocche-porte necessarie e si copre di tavole.

40.° Si formano e si dispongono dinanzi alla ruota di prua il tagliamare, lo sperone, il riempimento del tagliamare, il cappuccino e le mastiette dello sperone sul dinanzi della nave.

41.° Si calafata il fondo della nave, cioè i fasciami interni e il primo ponte, e s' incatramano le giunture.

42.° Si adatta la contro-ruota di poppa esteriore, e vi si affiggono le femminelle del timone.

In questo stato la nave è al caso di essere varata e condotta al mare, perchè i lavori rimanenti si terminano quando è in acqua, e ciò per non caricarla di troppo peso sinchè è sul cantiere.

43.° Per disporla ad essere varata, si calafatano tutti i madieri esteriori del fasciame, s' incatramano le giunture, si brusca moderatamente nello stesso cantiere, le si dà del sego e del pattume, si levano i puntelli nei luoghi dove si lavora, rimettendoli dopo che l' operazione è compinta.

44.° Quando la nave è in acqua ed ormeggiata ad un punto conveniente, si stabiliscono sul dragante i ritti della volta o forno di poppa; e sopra questi gli scarmi di poppa, ed i ritti o stili che formano la poppa o la parte posteriore della nave.

45.° Si copre la gran volta di tavole, si fanno i due portelli della santa Barbara, e l' apertura o losca pel timone.

46.° Si forma e si mette a suo luogo la dormiente del secondo ponte.

47.° Si formano e si pongono al loro luogo i bagli del secondo ponte.

48.° Si mettono i tramezzi che assettano i bagli del secondo ponte, e se ne guerniscono gl' intervalli sopra la dormiente.

49.° Si stabiliscono e si cacciano ai loro luoghi i traversi dei bagli del secondo ponte.

50.° Si stabiliscono ed inchiodano tutti i bracciuoli che fortificano i bagli del secondo ponte.

51.° Si stabiliscono i baglietti e le latte del secondo ponte.

52.° Si formano e dispongono al loro luogo i trincarini del secondo ponte a sinistra e a dritta, ed i pezzi di fasciatura interna che li susseguono, ossia i controtrincarini.

53.° Si mettono al loro luogo e s' inchiodano le corsie del secondo ponte, e

si formano le bocche-porte e le maestre che devono esservi aperte.

54.° Si forma e si dispone a suo luogo il ceppo o bittone delle grandi drizze, ed il ceppo delle scotte della grande gabbia e di trinchetto. Si forma la minchia dell' albero di bompresso, e la cassa delle cubie co' suoi braccinoli.

55.° Si copre di madieri il secondo ponte, a riserva di quelle aperture, le quali devono essere coperte soltanto dai graticolati, a si calafatano.

56.° Si formano e s' inchiodano al loro luogo le due incinte, che sono tra la prima e seconda batteria, cioè l' incinta terza e la quarta ed i madieri fra esse.

57.° Si aprono le cubie e gli ombrinali della sua cassa, e quelli del primo ponte per lo scolo delle acque e si guerniscono di piombo.

58.° Si fa la fasciatura esterna al di fuori della nave in tutta la parte compresa fra queste due incinta e le due più basse, e si infiggono nello stesso tempo i perni a campanella, a guancio, a triangolo, dei portelli del primo ponte.

59.° Si aprono i portelli del secondo ponte, come si fece per quelli del primo, e si fanno le loro soglie.

60.° Si mettono i sopra-trincarini e le altre fasciature che guerniscono gl' intervalli tra i portelli di questo ponte.

61.° Si stabilisce la dormiente dei castelli.

62.° Si formano le finestre della grande camera e si fascia questa parte, tanto al di fuori quanto al di dentro, lasciando alla sinistra ed alla destra della nave due porte per l' ingresso negli oggetti cha sporgono ai due lati della poppa.

63.° Si stabilisce il baglio del parapetto di prua sul dinanzi della seconda batteria, ed il baglio anteriore del castello di prua; vi si fa la chiusa della cassa, lasciandovi due porte per entrare negli incavi degli ornamenti di prua, e si aprono due portelli pei cannoni di caccia.

64.° Si fortifica la parte posteriore, all' altezza della seconda batteria, con bracciuoli, chiamati *bracciuoli d' arcaccia*, a sinistra ed a destra.

65.° Si aprono gli ombrinali del secondo ponte, e si guerniscono di piombo.

66.° Si stabiliscono sopra le loro dormienti i baglietti de' castelli, e si formano i passavanti.

67.° Si formano e si mettono al loro luogo i trincarini, i contro-trincarini e le corsie dei castelli.

68.° Si stabiliscono le bitte ed i cazzascotte del parrocchetto.

69.° Si formano tutte le aperture e maestre che devonsi praticare nei castelli.

70.° Si stabiliscono le gru ed i loro bracciuoli.

71.° Si fasciano internamente di contro-madieri i castelli.

72.° Si stabiliscono i sopra-trincarini dei castelli.

73.° Si mette la più alta incinta, chiamata *la quinta incinta*, ed altresì la fasciatura della parte esterna del discolato fra queste due. Si termina di fasciare per di fuori la parte della nave cha è tra questa incinta e la terza e quarta, all' altezza della seconda batteria: si stabiliscono nello stesso tempo i pernii a campanella e a gancio dei portelli del secondo ponte.

74.° Si forma e si mette a suo luogo la dormiente del casseretto, e si stabiliscono sulla stessa i baglietti del casseretto.

75.° Si forma il coronamento della nave, e si fascia di dentro e di fuori l' alto della poppa, praticandovi finestre per la camera del consiglio, e porte per entrare nelle gallerie.

76.° Si stabilisce il discolato del casseretto, del cassero e del castello di prua,

che si fasciano internamente, lasciandovi le aperture pei portelli dei castelli.

77.° Si formano e si mettono a suo luogo le forme o curdoni de' castelli; si fascia esternamente la parte esterna del discolato che è tra i detti cordoni, e si piantano pernii a campanello e a gancio ai portelli aperti nei castelli per servizio dei cannoni.

78.° Si aprono gli ombrinali dei castelli ed i buchi delle mure di maestra, e si guerniscono di piombo.

79.° Si fascia il casseretto.

80.° Si stabiliscono a suo luogo le parasarchie dell' albero di maestra, dell' albero di trinchetto e dell' albero di mezzana, con le loro bigotte, lande e controlande, e si fortificano con bracciuoli disotto e di sopra.

81.° Si fanno i parapetti del casseretto, del castello di prua e del cassero, e si piantano i ritti o sostegni delle campane.

82.° Si fanno e si dispongono al loro luogo gli ornamenti della prua o dello sperone, che consistono nella figura, ornamenti, basi degli stessi od altro, e vi si fa un tavolato a graticola.

83.° Si fanno diversi lavori di legname grosso, ed altri lavori più fini, come d' intarsiatura nella camera del consiglio, nella grande camera, ecc., nelle paratie, porte, telai delle finestre, cassoni, armadii, mantelletti dei portelli; le scale della grande camera di santa Barbara, e le altre scale di comunicazione da un ponte all' altro; il grande e piccolo argano, i graticolati del secondo ponte e dei castelli, i tacchetti per allacciare o dar volta ai cavi delle manovre, la cucina, i forni, ed altro.

84.° Si lavora nello stesso tempo negl' intavolati, nella distribuzione della stiva, come nel deposito della polvere, in quello del pane, nella camera delle sartie, nel deposito delle vele, e simili. Si praticano in tutto l' interno di questi luoghi cassoni pei cartocci, paratie per varii oggetti, lasciando una galleria o passaggio tutto all' intorno della nave all' altezza del falso ponte. Altri depositi e compartimenti molti si devono formare in una nave da guerra, dei quali è inutile di qui occuparsi.

85.° Si fanno e si stabiliscono gli oggetti ai due fianchi della poppa e si arricchiscono di ornamenti e sculture, come anche tutta la poppa ed il coronamento. Queste sculture si coloriscono, si calafatano ed incatramano, come pure si coloriscono le fasciature, le incinte e tutte le parti esterne della nave per conservare i legnami e guarentirli dall' umidità.

86.° Si mette a luogo l'asta della bandiera ed il grande fanale di poppa.

Quanto abbiamo detto finora non risguarda che la esecuzione dello scafo od ossatura, e l' unione de' pezzi che compongono il corpo della nave; ma a questo lavoro dee essere aggiunto quello della sua alberatura, della quale crediamo utile far qualche parola, siccome cosa che fa parte del mestiere del costruttore, omettendo di occuparci degli attrezzi, delle corde, delle bozzelle, dei timoni, dei remi, e degli altri utensili d' ogni specie, che sono necessarii a compierne l' armamento, di alcuni dei quali trattasi in articoli separati, limitandoci a citarne i varii nomi, acciò si possa chiaramente intenderne il significato.

Gli alberi de' bastimenti sono, come indica il loro nome, lunghi alberi o legni rotondi e dritti, d' ordinario di abete o di altro legno resinoso, leggero, di fibra sottile e tenace, che servono a sostenere i pennoni e le vele, le quali per l' impulso del vento fanno avanzare il bastimento.

S' intende facilmente che l' altezza degli alberi, la loro grossezza, il loro numero e le distanze dell' uno dall' altro, devono essere proporzionate alle dimensioni della nave. Se vi fosse un numero troppo

grande di alberi, i pennoni riuscirebbero troppo corti, e le vele troppo strette per poterle manovrare senza imbarazzo, nell' intervallo tra due alberi; il che porterebbe la necessità di una maggiore quantità di corde; e se, al contrario, non vi fosse un certo numero di alberi in una nave, i pennoni riuscirebbero troppo lunghi e pesanti, e le vele avrebbero una truppo grande superficie e sarebbero difficili a manovrarsi.

L' esperienza generale e la pratica di tutte le nazioni marittime ha stabilito il numero degli alberi nelle più grosse navi a quattro; cioè l' albero di mezzana, che è il primo verso la poppa; l' albero di maestra, che è verso il mezzo della nave; l' albero di trinchetto, che è a mediocre distanza dal dinanzi; finalmente l'albero di bompresso, il quale è stabilito immediatamente sulla prua, e s' innalza obbliquamente sporgendo sul dinanzi della nave, e facendo con l' orizzonte un angolo di trentasei gradi al più. Benchè questi sieno realmente quattro alberi, non pertanto prevale l' uso di chiamare le navi così alberate, navi a tre alberi, non tenendosi conto dell'albero di bompresso a cagione della sua posizione obliqua, e perchè l'uso che presta non è che secondario.

Nella maggior parte delle navi ogni albero è composto di tre pezzi aggiustati gli uni sugli altri. Il più basso è il più grosso, ed è legato immediatamente al corpo del bastimento, e si nomina *albero maggiore:* quello che s' innalza supra di questo chiamasi *albero di gabbia;* ed il terzo più elevato, si chiama *albero di pappafico.*

L' alberatura è quindi l' arte di alberare i bastimenti e di regolare le dimensioni, le figure e le proporzioni de' loro alberi e pennoni.

Si distinguono diverse specie di alberature, ma le seguenti sono le principali:

1. L' *alberatura a calcese*, che è particolare alle galee ed altri bastimenti latini. Questi alberi sono grossi e corti: la loro testata termina in un ceppo quadro, chiamato il *calcese.*

2. L' *alberatura a pible* che è propria di varii bastimenti che portano vele quadre l' una supra l' altra, dove l' albero è di un solo fusto o di un solo pezzo, e non come nella maggior parte degli altri a vele quadre, formato di tre pezzi separati, cioè albero maggiore, di gabbia e di pappafico, impostati l' uno sopra l' altro. Gli alberi a pibla non hanno gabbia, nè crocette, nè traverse, nè teste di moro nella sommità.

I bastimenti che portano l'alberatura a pible sono principalmente le polacche nel Mediterraneo.

3. L' *alberatura di slop*, che consiste in un solo albero inclinato all' indietro con un bompresso molto allungato e poco rilevato. I pennoni sono solamente un piede per la vela grande, ed un pennone di fortuna per portare una vela quadra, quando si corre col vento in poppa.

L' alberatura dei *cutter* è della stessa specie, con questa differenza, che è più elevata, e che l' albero maestro è un poco più inclinato all' indietro, essendo questi bastimenti destinati principalmente al corso rapido.

4. L' *alberatura di forca* è formata d' un solo albero con un corto bompresso. L' albero grande porta sull' alto un pennone a corno che afforca la parte superiore dell'albero, sul quale s' inserisce una grande vela tagliata a guisa di mezzana. Vi si aggiogne un pennone di gabbia ed un pennone di fortuna, come allo slop. Le checchie e le galeotte olandesi sono alberate a questo modo.

Rimettiamo all' articolo VELA quanto

riguarda questa particolarmente, ci limiteremo qui, come dicemmo, a fare pegli alberi delle navi e loro guerniture principali ciò che si è fatto all'articolo BARCA per la nave propriamente detta, cioè daremo il disegno ed il nome di questi alberi e di queste guernitnre.

Vedesi pertanto nella fig. 5 della Tavola XCVIII delle *Arti meccaniche* una nave di primo rango, in cui tutte queste parti sono distintamente rappresentate, ed eccone la indicazione.

A. L' albero della maestra, con tutti i suoi annessi e connessi, che sono :

1.° Lo staggio della vela maestra, che è quell' antenna, dov' è attaccata la detta vela, che nella figura presente è ammainata.

2.° La vela maestra, o artimone.

3.° La gabbia dell'albero di maestra.

4.° La staffa che collega la cima dell' albero di maestra, con l' estremità dell' albero di gabbia, e col batuffolo che copre l' estremità.

5.° L' albero di gabbia, che dai marinari italiani dicesi albero del parrocchetto.

6.° Lo staggio, e la vela del detto albero.

7.° Le spranghe, che collegano il detto albero con l' asta del pappafico.

8.° L'albero del pappafico, o terzuolo.

9.° Staggio della vela, detta pappafico, con la medesima vela ammainata.

10.° Banderuola, piantata su la cima di questo albero.

B. Albero della mezzana, verso la poppa, che noi chiamiamo contrammezzana.

11.° Staggio della contrammezzana, con la medesima vela ammainata.

12.° Antenna furiera, la quale non regge nissuna vela, ma serve a sciorinare la vela del parrucchetto.

13.° Gabbia dell'albero della contrammezzana.

14.° Parrocchetto dell' antenna collegata con l' albero dell' artimone.

15.° Banderuola, che sventola su la cima della detta asta.

C. Albero del trinchetto.

16.° Staggio del trinchetto, che regge la detta vela quivi ammainata.

17.° Gabbia dell' albero del trinchetto.

18.° Asta applicata alla cima dell' albero del trinchetto, cui sta raccomandato il parrocchetto.

19.° Staggio del medesimo parrocchetto, col parrocchetto spiegato.

20.° Asta del pappafico, o terzuolo.

21.° Staggio del pappafico, col medesimo pappafico ammainato.

22.° Banderuola, piantata su la cima dell' asta del pappafico.

D. L' albero della contraccivada, detto altramente di bompresso.

23.° Gabbia del detto albero.

24.° Staggio della civada, con la medesima contravela ammainata.

25.° Parrocchetto, o vela sovrapposta alla contraccivada.

26.° Banderuola piantata su la cima del detto albero.

E. Bandiera o stendardo da poppa.

F. Fanale piantato sul cassero o castello da poppa.

G. Balaustri, o ringhiere situate dietro alla poppa.

H. Vela appiccata alla corda sottoposta alla gabbia dell' albero.

I. Caicco che accompagna il vascello.

K. Schifo, altra barchetta che accompagna il vascello.

a. Scale di corda destinate, a salire su pegli alberi, per non danneggiarli.

b. Corde che sostentano gli alberi dei parrocchetti.

c. Corde attaccate sotto le gabbie degli alberi.

d. Tirelle.

e. Sarte, o corde della vela del naviglio, legate alle antenne.

f. Corde trasversali.

g. Scotte, o redini principali attaccate a' lembi delle vele, le quali, tirate o allentate secondo i venti, regolano il cammino delle navi.

h. Corde destinate a governare gli staggi delle vele.

I. Ragnolo, o tela di molte corde ordinate a guisa delle fila che partono dal centro d' una ragnatella.

Tornando alla costruzione delle navi, negli articoli Barca del Dizionario e di questo Supplemento vedemmo come questa vada soggetta a leggi speciali; accennammo quanto sieno grandi le difficoltà di simili costruzioni e per la successiva serie di curve svariate che dee presentare lo scafo delle navi, e che devono essere tali da fondersi insensibilmente l'una nell' altra, così da andare degradando regolarmente senza balzi nè irregolarità di sorte alcuna, aggiungnendosi a questa, per sè stessa notabile difficoltà, quella di far sì che il tutto riesca quanto è possibile solido, leggero e a perfetto combaciamento, in modo da impedire l' accesso all' acqua per ogni parte. Indicammo dietro a quali norme si avessero a scegliere ed impiegare i legnami, come si avessero a riparare le commettitore mediante quella operazione che dicesi Calafatare, e della quale tennesi anche separatamente discorso, non trascurando d' indicare quelle speciali avvertenze che si richiedono per la costruzione delle barche destinate a ricevere il moto dal vapore. Finalmente qui addietro (pag. 344) mostrammo con qual ordine si succedano i diversi lavori che costituiscono l' arte del costruttore, e che hanno luogo nella fabbricazione di una nave.

Compiutasi con ciò la descrizione di tutte le parti principali delle navi, ed annoverate le principali operazioni della costruzione di esse, e stimando sufficienti quelle notizie per dare un' idea generale di quanto si riferisce all' arte delle costruzioni navali, qui non ci rimane pertanto che parlare di alcune peculiari disposizioni propostesi all' oggetto di rendere la ossatura delle navi più solida e resistente, con quella estensione tuttavia che ci è consentita dalla natura dell' opera e dall' interesse che l' arte del costruttore presenta in riguardo alla tecnologia in generale.

E. Carey, esperimentato costruttore di navi a Bristol, fra i molti miglioramenti introdotti nell'arte sua, raccomanda il metodo seguente per rafforzare i fianchi delle navi con braccinoli di ferro da lui recentemente inventati, la cui disposizione vedesi nelle figure 6 e 7 della Tav. XCVIII delle *Arti meccaniche.*

La fig. 6 mostra la sezione orizzontale d'un fianco della nave co' suoi bagli; A A è il fianco, B B la membratura, C C i madieri esterni, D D un filo di madiere interno, grosso pollici inglesi 3 e mezzo ($0^m,089$) che regna tutto all' intorno sulla facciata interna della membratura, ed al quale sono assicurati i braccinoli di ferro con chiavarde che attraversano il fianco; E E contra-madiere orizzontale largo 10 pollici ($0^m,254$) grosso 6 ($0^m,152$); F F bracciuoli di ferro lunghi 4 pollici ($0^m,102$) grossi 2 ($0^m,051$) con chiavarde che attraversano il baglio ed il fianco della nave, come si vede in G.

La fig. 7 mostra una sezione delle parti medesime della fig. 6; H coperta del bordo; I trincarino; J J madieri di coperta; K chiavarda che attraversa il fianco e la parte inferiore del trincarino e sei fili di coperta sotto alla linea superiore dei medesimi assicurati su piastrelle di ferro nell' interno; L ramo del bracciuolo; M membratura e fianco; D madiere interno

veduto di testa, che scorgesi pure in D nella fig. 6. Questi bracciuoli di ferro e trincarini sono calettati per 3 pollici (0^m,076) nei bagli, e così pure i sei primi fili dei madieri di coperta, essendo assicurato il totto con chiavarda; prima dei bagli si colloca il filo D grosso 3 pollici a $\frac{1}{2}$ (0^m,089) cui vanno a far fronte le teste degli sbagli. Indi si colloca al di sotto del madiere D il contro-madiere largo 10 pollici (0^m,254) alto 6 (0^m,152) ed assicurato al fianco con chiavarde. Su questo contro-madiere i bagli sono calettati per 1 pollice (0^m,0254) a coda di rondine, essendo altresì assicurati con una chiavarda per ogni testa. Il Carey ritiene che un tale rinforzo renderebbe impossibile ai fianchi di muoversi, nè darebbe accesso all' acqua, pel che la nave manterrebbesi asciutta.

Varii anni or sono, David Redmund, ingegnere inglese, e primo fabbricatore di navi, chiese privilegio per un miglioramento nel modo di costruire gli scafi delle navi ed altri vascelli, col principale scopo di ottenere una maggiore sicurezza contro ai naufragi e di facilitare il diffondimento della navigazione a vapore. L'annessa descrizione e le osservazioni che le tengono diatro sono tratte dallo scritto stesso del privilegiato.

L'attuale maniera di comporre gli scafi delle navi lascia vuoti fra costola e costola che non sono saldamente connesse insieme se non quando vi si è sovrapposta la fasciatura di madieri che insieme le lega e congiunge senza del che mancano affatto di solidità, lo scheletro della nave per sè stesso non presentando forza alcuna di connessione. Siccome però la membratura è la parte fondamentale della nave, così Redmund osserva quanto sarebbe più utile che la nave, disposta ad essere coperta di madieri, avesse già di per sè possibilmente forza bastante per resistere a tutti quegli urti o scosse cui può andar soggetta; in allora, quando fosse rivestita coi madieri, verrebbe ad acquistare quella aggiunta di forza che per questo conto vien data alla costruzione, e così gli urti e le scosse cui sono esposte le navi più non agirebbero unicamente sui chiodi di legno o sulle chiavarde che assicurano questi madieri allo scheletro del vascello. Fino ad ora invece, come si disse, le navi prima di essere rivestite di madieri non sono per sè stesse capaci di sostenere quegli sforzi, e soltanto acquistano solidità, dappoichè si assicurarono alla ossatura i madieri con chiodi di legno o chiavarde, e quindi Redmund crede che la maggior parte di ogni violento stiramento, scossa od urto cui è soggetta la nave venga ad essere in gran parte ricevuta e sostenuta in una od in un'altra direzione dagli anzidetti chiodi o chiavarde, i quali soli danno solidità all'edifizio legando insieme la ossatura e i madieri. Questi ultimi non essendo però uniti insieme non sembrano atti ad impedire che la maggior parte degli urti sieno ricevuti dai chiodi, e la ripetizione di questi effetti dee fare che si allarghino i fori in cui sono questi chiodi stessi, rendendosi così la nave meno saldamente legata e disposta a formarvisi aperture d' accesso all' acqua, e con ciò meno atta a resistere ad una continuazione di stiramenti e di scosse cui va sempre esposta.

Nella costruzione che propose per le navi Redmund non lascia alcun vano fra la sua costole o corbe; incomincia alla metà della nave ed unisce ciascuna costa o parte della ossatura saldamente con quella che segue, mediante chiavarde inseritevi per modo da penetrare in quella vicina e fissarla, come vedesi nella figura 2 della Tav. C delle *Arti meccaniche*, la quale mostra sei delle prime costole unite insieme, con le giunture delle cime sempre alternate, e con le chiavarde

che sporgono in fuori per ricevere la costola vicina. Continua in tal guisa il lavoro a sinistra ed a destra fino alla prua ed alla poppa, come si vede nella fig. 1, che è una sezione longitudinale di tutte le costole, mostrandosi nella fig. 5 come le chiavarde di ciascuna costola vadano a legarla con quella seguente, nella quale devonsi essere praticati dapprima i fori necessarii per ricevere le teste e i dadi di queste chiavarde.

Ciascuna testa dei varii pezzi che costituiscono una costola o corba ha poi un incastro per ricevere una linguetta di metallo che vi è introdotta dopo che la costa è a suo posto, e ciò per dare appoggio alla calafatura, non che solidità alle attestature; la linguetta penetra per uno o più pollici in ciascuna testa. Sotto ogni capocchia ed ogni dado delle chiavarde dispongonsi piastre delle massime dimensioni che permette la grossezza della membratura, in modo che gli orli delle piastre sieno 3/4 o 1/2 pollice distanti da quelli della membratura, affinchè dopo calafatato l' interno e l' esterno, tanto le chiavarde come le piastre sieno guarentite dall' aria e dall' acqua. I fori delle chiavarde saranno su due linee distanti da ciascun orlo circa 1/4 o poco più della grossezza, a tal che se la membratura fosse grossa 8 pollici i centri dei fori sarebbero a circa pollici 2 1/4 o 2 1/2 da ciascun orlo. Nei bastimenti piccoli si potrà trovare opportuno di disporre le chiavarde tutte in una medesima linea nel mezzo, nel qual caso si otterrà bensì una soprabbondante robustezza, ma non si avrà quella rigidezza che si ottiene, disponendo le chiavarde sopra due linee diverse. Dalla fig. 1 si scorge che in questa costruzione le coste sono rastremate alla cima: ogni pratico costruttore conosce il sistema adottato comunemente d' inclinare sotto varii angoli le coste, ed al Redmund sembra che l' inclinazione da lui proposta sia la migliore. Osserva però che se l' esperienza suggerisse qualche mutazione, ciò potrebbe facilmente effettuarsi col dare più o meno la forma di cuneo alle coste come si credesse meglio.

La fig. 1 mostra altresì essere le coste di varie dimensioni, mentre non è necessario che sieno tutte d' uguale grossezza, bastando soltanto che sieno proporzionatamente rastremate per conservare l' angolo conveniente. Quanto alla grossezza però dall' interno all' esterno devono essere tutte uguali per formare superficie liscie atte a ricevere le fasciature come è al presente; Redmund vorrebbe che questa grossezza si mantenesse della attuale dimensione, mentre quanto maggiori saranno le superficie di combaciamento dei varii pezzi che formano le coste, maggiore sarà pure la solidità della costruzione, formandosi dietro il di lui sistema una specie di arco, il quale da sè solo si sostiene ed appuntella in ogni direzione. Aggiugne poi potersi anzi diminuire piuttosto la grossezza della fasciatura dei madieri ed aumentare altrettanto quella delle membrature, venendo con ciò sempre più a crescere la solidità. Siccome poi una delle sue mire principali è di dare forza a quelle parti della prua e della poppa ove le coste formano un angolo acuto con la colomba, come si vede nelle figure 6 e 7, così in que' punti suggerisce di far sì che le stesse coste abbiano la loro parte inferiore terminata in figura che si avvicini alla circolare per poterle fare con legnami di moderate dimensioni, senza difetti e non con le fibre tagliate in gran parte, come lo sono di metodo in questi punti, riempiendo poi i vacui con pezzi di stella morta o zappoli *a a* (fig. 6 e 7) assicurati con chiavarde alla membratura ed al pezzo contiguo, cosicchè aumentando in tal modo i punti d' appoggio

s'accresce la superficie di combaciamento, la stabilità dell'arco, e quindi la solidità e la forza del bastimento.

Se si obbiettasse la quantità di stella morta che occorre, adottando esattamente la forma di costruzione indicata con le figure 6 e 7, è da notarsi che anche senza queste stelle morte, ma con la semplice membratura, le cui coste vadano restringendosi dal basso all'alto e bene inchiavardata nel suo complesso, e con la colomba, il bastimento risulterebbe infinitamente più solido delle costruzioni odierne, ma sempre però meno solido e durevole del sistema indicato dalle fig. 6 e 7. Secondo il metodo del Redmund anche se venisse staccata l'intera colomba, le ruote di prua e di poppa, e tutte le stelle morte, la membratura rimarrebbe unita e sicura, perdendo solo la poca forza addizionale che ad essa viene dai suddetti pezzi impartita. È qui opportuno osservare che con questo metodo di costruzione tutti i pezzi di membratura i quali vengono adattati ed assicurati alla ossatura principale dello scafo, dalla prima costa all'ultimo madiere, producono, in proporzione al loro peso, un'aggiunta di forza e solidità al bastimento.

I contro-madieri del ponte potranno essere assicurati ai fianchi della nave secondo l'attuale sistema; ma siccome lo spazio in altezza fra i ponti è cosa di molta importanza, e siccome d'altra parte i bagli e madieri attuali del ponte occupano uno spazio da 10 e 11, fino a 14, 16 e 18 pollici (da $0^m,254$ a $0^m,457$), a tenore della grandezza della nave e del numero dei ponti, così Redmund propone di costruire questi ponti senza madieri, come vedesi in A della fig. 4, ma con soli pezzi squadrati di rovere di 6 a 8 pollici ($0^m,152$ a $0^m,203$) di lato in proporzione della larghezza della nave, i quali avessero la curva voluta dal cassero, cioè con una freccia di 7 a 8 pollici ($0^m,178$ a $0^m,203$) sopra una larghezza dai 28 ai 30 piedi ($8^m,53$ a $9^m,14$), i quali pezzi quadrati di soli 6 od 8 pollici, richiederebbero all'incirca la medesima quantità di legname che ora occorre pei bagli e madieri. Questi pezzi squadrati si avrebbero a disporre a contatto uno dell'altro e bene legati insieme con chiavarde, a somiglianza della membratura, usando chiavarde del diametro da 3/4 a 7/8 di pollice ($0^m,019$ a $0^m,022$), a tenore della portata e del vacuo della nave. Andando questi pezzi da poppa a prua di traverso per tutta la lunghezza della nave, procurerebbero grande robustezza; la quale però si potrebbe ancora accrescere mediante l'applicazione di spranghe di ferro disposte a 6 od 8 piedi ($1^m,85$ a $2^m,44$) di distanza una dall'altra, assicurate sulla facciata dei pezzi squadrati, come vedesi nella fig. 4 in B, oppure disposte come nelle fig. 12 e 13, dovendo sempre poi queste spranghe attraversare i fianchi della nave, ed ivi essere tese con lamine di ferro e forti dadi a vite. Variando il numero di queste spranghe di legame si potrebbe dare qualsiasi maggiore forza si volesse ai ponti, i quali, nel tempo stesso che presenterebbero una superficie liscia al di sotto, non occuperebbero neppure la metà dello spazio in altezza richiesto dagli attuali bagli e madieri. Redmund accenna soltanto questo metodo pel caso in cui si richiedesse una forza addizionale; ma si vede che si avrebbe forza sufficiente anche senza le spranghe di tensione.

Nelle navi in cui non fosse di obbietto una maggiore spesa nella primitiva costruzione, le coste potrebbero essere apparecchiate con un incavo semi-cilindrico nel centro, come si vede nella fig. 9, risultando dalla unione di esse un foro cilindrico in cui potrebbe introdursi a forza un cavo torcendolo, che formerebbe una

specie di linguetta od incastro, a darebbe appoggio alla calafatnra. Potrebbesi fare la medesima cosa anche pei pezzi squadrati dei ponti ed applicarvi la calafatura sopra e sotto. Se non si volessero poi vedere ginnture trasversali al di sopra dei ponti potrebbersi coprira con sottili madieri longitudinali, come si veda in C della fig. 4, oppure potrebbesi disporre i pezzi di rovere squadrati per lungo della navi uniti ed a cuneo come al solito, nel qual caso tuttavia non presenterebbero la medesima robustezza cha danno disposti trasversalmente.

La fig. 3 mostra il modo coma sieno disposte la coste nella prua e nella poppa circolari, e non vi si vedono colombe nè rnota, mentre si volle solo mostrare la disposizione delle corbe in quelle parti, a come si possa con questo sistema mettera in opera all' occasione anche pezzi cortissimi di legname, mentra la forza dell' arco non dipende dalla lungbezza dei pezzi, ma bensì dalla maggior superficie ed immobilità dei loro punti di appoggio.

Si comprende cba nella navi da guerra si potranno lasciara i vani necessarii pei portelli da cannoni, senza matarialmente indebolire la nave.

In questa descrizione venne snpposto che la colomba fosse la prima ad essere posta sul cantiere, come è di metodo, la superficie superiore della medesima dispoata essendo dietro la curva cba dee terminare il disotto dello scafo, libero dai pezzi di stella morta *a a* indicati nelle figure 6 e 7. Allorchè la nave avrà sistemati i snoi ponti nell' interno, come si è detto, si passa a calafatare tntte le giunture entro a fuori, ed i ponti, il che fatto la costruziona presenta l' aspetto del tutto nuovo di un vascello dotato di grande forza prima ancora di ricevera la fasciatura dei madieri, a che presenta in ogni direzione la resistenza d' nn arco cha da sè stesso si sostiane e appuntella in ogni direzione.

Nessuna chiavarda, tranne quelle cha assicurano i contro-madieri alle membrature, presentasi in tutto l' involucro per dare un' idea all' osservatore del modo coma è legato lo scafo, e la membratura solidamente unita dall' invisibile e continuata catena di chiavarde, guarentita poi dall' aria e dall' acqua mediante la calafatura esterna ed interna, presenta un tutto impermeabile all' acqua e di forza straordinaria, ove qualsiasi sforzo o scossa viene a ripartirsi sui molti appoggi reciproci de' suoi pezzi. È facile vedere quanto stia a vantaggio del nuovo metodo di costruzione il confronto dello scafo in tale stato, prima di ricevere la fasciatura dei madieri, con lo scheletro d' una nave comune, l' uno essendo tutto pieno di forza, l' altro essendune affatto privo ed incapace di sostenere neppure sè stesso fino a che non sia fasciato dai madieri. È poi da osservarsi cha siccome i madieri danno ora alle navi molta forza di legame, è indubitato che ancha nel sistema di Redmund aggiugnerebbero considerabila robustezza e stabilità, tanto più cha la cavicchie di legno che assicurano i madieri sulla membratura, non risentirebbersi più dalle scosse e sforzi, i quali vengono principalmente sostenuti dalla intera membratura, scompartendosi sui varii appoggi di essa. Si vede potersi in questa costruzione fare i madieri di minora grossezza per compensare quella maggiore data alla membratura: la misura poi di questa diminuzione dee essere stabilita dal senno del costruttora ed a tenore delle circostanze,

I madieri esterni dovrebbero essere assicurati, come ora lo sono, mediante cavicchie di legno, giacchè non vi ha di meglio delle medesime, e andranno poi nel proposto sistema tanto meno a sconnettersi per le scosse od altro, in quanto che conserva-

ranno la loro plena efficacia. Le coste riceveranno alternatamente una si ed una no, una chiavarda unita con la colomba, e nelle coste vi sarà un' altra chiavarda che passerà dal paramezzale alla colomba.

La grossezza delle chiavarde dovrà regolarsi a tenore del peso e della portata della nave. Una di 500 tonnellate, dovrà ricevere, per esempio, nella parte superiore, in uno spazio di 6 a 8 piedi (1^m,83 a 2^m,44), ed in ciascun lato 6 chiavarde per ognuna, sulle 16 a 18 coste centrali, e ciascuna chiavarda dovrà presentare almeno 18 a 20 tonnellate di resistenza ad essere strappata via. I ponti non dovranno avere chiavarde d' un diametro minore di $\frac{3}{4}$ di pollice (0^m,019). Tutte le chiavarde dovranno essere terminate con forti viti e dadi a madrevite, con piastre larghe quanto più è possibile relativamente alla membratura, e lo stesso dee dirsi pure dei ponti. Se si temesse che l'abbondanza di ferro nuocesse ai liberi movimenti della bussola, una parte di queste chiavarde potrebbe farsi di rame di corrispondente robustezza.

Il Redmund fissa il numero e la robustezza delle chiavarde da porsi in opera, a fine di ottenere una nave ben solida nella supposizione che si conservi alle membrature le dimensioni che hanno attualmente prima dell'applicazione dei madieri; ma i costruttori potranno regolarsi in ciò a loro senno, alterando in più od in meno tali misure, in modo che qualche nave, secondo il Redmund, potrebbe risultare di tale straordinaria robustezza da non avere alcun timore delle burrasche o delle secche, cosi da riuscire egualmente sicura in mare che in terra. Altri forse, egli dice, non troveranno utile dal lato economico di costruire così solidamente; ma stima certo che con la medesima quantità di legname e con una adeguata quantità di chiavarde si possano, dietro il proposto sistema, costruire navi di tale solidità da considerarsi il loro naufragio come una cosa straordinaria.

Con aumento proporzionato nelle dimensioni delle membrature e delle chiavarde soggiugne non esservi limite alla solidità che potrebbe darsi a simili costruzioni, lo che renderebbe possibile a soddisfarsi la brama, ancora incompiuta, di estendersi maggiormente nella grandezza dei bastimenti a vapore di legname.

Osserva che potrebbersi anche costruire navi solide disponendo le membrature orizzontali da poppa a prua: ma che indica di collocare le membrature verticali, e perchè ritiene questa disposizione più solida, e per allontanarsi meno che sia possibile dal sistema in uso. Egli crede che, qualora si volesse seguire i di lui suggerimenti, vi sarebbe un' efficace diminuzione nelle perdite di denaro, di tempo e, pur troppo, di persone, cui annualmente la navigazione soggiace, e che si potrebbero ottener maggior sicurezza e puntualità negli affari commerciali.

La quantità di legname consumato nella costruzione d' uno scafo di questa fatta sarebbe presso a poco uguale a quella per uno costruito secondo l' odierno sistema: la quantità delle chiavarde sarebbe all' incirca doppia; ma siccome nel progetto del Redmund viene soppressa una grande quantità d' altri lavori di ferro, così il costo totale non sarebbe forse maggiore gran fatto.

Un altro sistema, pure privilegiato nell' Inghilterra, per la costruzione delle navi, imaginossi da Annersley, ed è del tutto opposto a quello del Redmund dianzi descritto. In luogo di far dipendere l' intera forza delle navi dalle coste, egli le sopprime del tutto, ed ottiene la robustezza necessaria da successive fasciature di madieri che si incrociano fra loro. Ecco la descrizione del sistema di Annersley.

Incomloclasi dal formare un modello delle volnte dimensioni, regolandone la simmetria e le disposizioni accessorie occorrenti. Ciò fatto segasi questo modello traversalmente, otteoendosi così esattamente la forma e proporzione dei sesti. Questi sesti dispongonsi sul cantiere, presso a poco come ora accostumasi, e a quel modo che infidica la fig. 14 della Tav. C delle *Arti meccaniche*, se non che si costruiscono con materiali di rifiuto, bastando che sieno atti a conservare la perfetta coofigurazione della nave da costruirsi.

In seguito tutto all'intorno di questi sesti assicurasi un primo strato longitudinale di madieri da poppa a prua, così nel fondo che sui fianchi, ed anche in coperta della nave, indi si sovrappone uno strato di cartone incatramato e su questo un altro strato di madieri posti in senso traversale della nave, e tutto all'ingiro da destra e sinistra, come vedesi nella fig. 15, le cui fibre incrociando quelle del primo strato, contribuiscono alla solidità della struttura; i due strati assicuransi fra loro con cavicchie di legno e ad essi ne succedooo altri, alternando sempre la posizione dei legnami, fino che siasi ottenuta la grossezza necessaria per la solidità della nave. La colomba e le ruote di prue e di poppa vengono poste a sito dopo l'ultimo strato, dopo che il tutto è bene legato con cavicchie di legno (fig. 16) passate da parte a parte e cacciate a forza, introducendosi ad ogni cima di esse il solito cuneo. Le stelle morte da poppa e da prua sono formate con pezzi di madiere incrociati per riempiere gli spazii fra lo scafo e le coste. A fine poi di fortificare il fondo e di mantenere diritta la nave in caso che vada ad investire, vi sono due colombe laterali, assicurate con chiavarde che attraversano il corpo e vanno a legarsi con un pezzo longitudinale interno. Al di sopra dei lati in coperta vi sono dei ritti per l'opera morta assicurati con braccinoli: i parapetti interni costruisconsi prima di sovrapporre l'ultimo strato di rivestitura della coperta, collocato il quale si taglieno fuori dal solido le bocche-porte ed altre aperture del ponte.

Assicurasi che con questo sistema consumasi molto meno legname non occorrendo membratnre nè braccinoli, sicchè la nave risulta perciò leggerissima. Inoltre non vi è perdita di tempo nella costruzione per attendere lo stagionamento dei grossi legnami per le membrature, e si dice evitarsi la putrefazione secca cagionata ordinariamente dall'aria corrotta ed umida che ristagna nei vacui delle attuali membratnre. Presenta inoltre una maggiore elasticità di resistenza, e si aggiugne che con tal metodo sono impediti i perniziosi effetti delle schegge prodotte nelle navi comuni dai colpi delle palle di cannone.

Abbiamo già veduto nella disposizione addietro descritta e indicata nelle fig. 6 e 7 della Tav. XCVIII delle *Arti meccaniche* come si fosse tratto partito dal ferro per accrescere solidità alla ossatura delle navi; ma la cosa si spinse più oltre in questi ultimi tempi, essendosi costruite le navi pressocchè interamente di ferro, ed anzi interameote, può dirsi, per quanto alle parti essenziali costituenti di esse. Un qualche cenno su questo genere di costruzione fecesi specialmente all'articolo Barca del Dizionario, ma la importanza sempre maggiore da essa acquistata dappoi ne induce a qui parlarne con assai maggiore estensione.

Il valore del ferro quale materiale di costruzione navale era già conosciuto da molti anni, e la importanza di esso andò sempre più palesandosi fino a che divenne generalmente conosciuta. Da più

che 40 anni fa scorrevano già sui canali barche di ferro. La prima nave di ferro che navigasse sul mare fu la barca a vapore Aaron Mauby, costruita dalla Società di Horsley per la Senna e cui diedesi il nome del distinto personaggio che ne aveva dato la idea. Venne finito nel 1821, inviossi a Londra in pezzi che si riunirono in una darsena, ed ebbe a comandante Sir Carlo Napier che andava da Londra all' Havre, e di là a Parigi, essendo il primo ed unico naviglio che andasse mai direttamente da Londra a Parigi. La seconda nave di ferro costruita nel 1824-1825 dalla stessa Società di Horsley per navigare sul fiume Shannon, venne sempre adoperata dappoi e nel 1842 era tuttora in buon essere. La costruzione delle navi di ferro chiamò a sè poi l' attenzione di quelli che occupavansi di fiumi e canali, e varie se ne costruirono in Inghilterra e sul continente con ottimo successo. I primi fecersi a Liverpool da Fawcett e C. sotto la direzione di Page. Poco dopo John Laird di North-Birkenhead cominciò a farne di forti dimensioni, e Fairbairn di Manchester prese molto interesse a questa fabbricazione, ed i fiumi ed il mare sono ora solcati da parecchii vascelli di ferro, fra i quali alcuni di smisurata grandezza, per la navigazione transatlantica precipuamente.

I vantaggi che le navi di ferro presentano in confronto a quelle di legno sono i seguenti:

1.° Aumento considerevole di solidità;

2.° Riduzione di una metà del peso in confronto a navi di legno simili per forma e dimensione;

3.° Aumento di velocità e di potenza per resistere alle burrasche;

4.° Conservazione della stessa velocità al corso per tutto il tempo che dura la nave;

5.° Aumento di capacità, e tale che nelle barche a vapore lo spazio sul fondo può essere doppio di quello che sia nelle navi di legno di ugual dimensione e forma;

6.° Aumento considerabile di durata e facilità di riattamenti;

7.° Diminuzione di pericolo che apransi strade all'acqua, e possibilità di riparare a questo inconveniente dall' interno della nave;

8. Impossibilità d' incendio;

9.° Diminuzione del costo, massime per le grandi navi a vapore, specialmente se paragonisi, come è giusto di fare, il prezzo di navi di uguale capacità;

10.° Facoltà di dare alle navi qualunque forma si voglia;

11.° Facoltà, dovuta all'aumento di solidità, di giugnere a dimensioni impossibili ad aversi coi legnami;

12.° Aumento di velocità per forme e dimensioni non ottenibili col legno.

Cercheremo di mostrare la verità di questi vantaggi.

Prendendo per basi delle grossezze necessarie ad una nave di ferro le relazioni fra la forza di coesione del ferro e del legname, un lamierino grosso $0^m,01$ produrrebbe presso a poco una solidità uguale a quella di una parete di legno di quercia grossa $0^m,1$. Affinchè però fosse giusta una tal proporzione converrebbe che la parete d' involucro che forma la nave fosse di un solo pezzo, il quale avesse in ogni verso una uguale coesione, ciò che pel legno è affatto impossibile. Ad oggetto di far risultare la grande superiorità del ferro, fa duopo quindi richiamare l' attenzione dapprima sui difetti delle costruzioni di legname, cui si accorda solo tanta fiducia per ciò che vi si è abituati, malgrado che presentino gravi inconvenienti.

Come tutti sanno, e come già si è notato più addietro, la base delle costruzioni di legname sta nella applicazione di tavo-

le dette *fasciature*, *madieri*, *contro-madieri*, ecc. poste presso a poco orizzontalmente tanto all' esterno che all' interno sopra travi con i quali s' incrociano ed angoli quasi retti. Questi travi furmano le costole delle navi, le quali diconsi *membrature*, e sono composte ciascuna di più travi uniti cima a cima, ma combinati a due a due e legati insieme con cavicchie. In questo accoppiamento si ha sempre la cura di porre il fine di uno dei travi che compongono la membratura e il principio del trave susseguente che furma la stessa metà di questa membratura riuniti testa a testa, verso la metà della lunghezza di uno dei travi che formano l' altra metà della membratura e con cui sono accuppiati. È in tal guisa che giugnesi a dare alla membratura le furme e le lunghezze volute, le quali sarebbe impossibile ottenere facendole tutte di un pezzo. Le cavicchie che riuniscono queste travi tanto poco giovano ad aumentare la solidità delle membrature che molte nazioni, e particolarmente gl' Inglesi, non ne fanno quasi alcun uso. Le membrature devono realmente alle tavole più o meno grosse che le ricoprono la forza che tiene unite le varie travi onde sono composte. Queste tavole premendo internamente ed esternamente sui travi da esse coperte e coi quali s' incrociano, appoggiansi sugli altri travi per mantenere ciascuno di essi separatamente nella posizione assegnatagli dalle caviechie. Da quanto dicemmo ben si vede che la forza di questo sistema di ossatura è ben lontano dall' uguagliare quella che avrebbe una parete che si fosse giunti a fare di un solo pezzo, quando pure questa non avesse che la grossezza delle fasciature; tuttavia questa parte delle costruzioni di legname è ancora meno difettosa, benchè sia fuor di dubbio che gli stiramenti paralelli alla loro lunghezza sono quelli che provano più sovente e quasi di continuo le navi, e quelli di cui sono più grandi gli sforzi, e che appunto a questi stiramenti offre minor resistenza che agli altri la ossatura delle navi.

Per valutare la verità di queste asserzioni suppongasi una nave divisa in porzioni uguali mediante sezioni perpendicolari alla sua linea di fior d' acqua ed alla sua lunghezza. Le estremità della parte immersa della nave non hanno che un piccolissimo sviluppo: dandosi sempre forme più o menu aguzze all' innanzi e all' indietro della carena, il peso totale della massa è adunque sostenuto dalle parti di mezzo e nullameno quelle alle cime sono per lo meno tanto pesanti quanto le altre: se hanno meno sviluppo sulle sezioni perpendicolari alla lunghezza inviluppano tre superficie invece che due, ed inoltre esigono robusti pezzi di legno. Poichè però tutta la massa è sostenuta dalle parti di mezzo, quando la nave è a galla, lo sfurzo che risulta dal peso totale tende a produrre un accorciamento nella parte inferiore, od un allungamento alla parte superiore, o tutti due questi effetti ad un tratto. Gli sfurzi adunque cui dee resistere la ossatura riduconsi ed una resistenza alla pressione per la parte inferiore e ad uno stiramento paralellu alla lunghezza per la parte superiore, massime nel mezzo della nave dove questi sforzi sono maggiori.

Per la resistenza alle pressioni la costruzione risponde perfettamente; ma per la resistenza agli stiramenti quasi operano quasi interamente sulle cavicchie di legno o di metallo che attaccano i madieri alla membratura. Questa invero è posta in piano presso a poco perpendicolare alla lunghezza, i madieri vi sono applicati sopra trasversalmente e ciascuna unione delle teste di due madieri si fa sopra una costola che è il solo punto di appoggio che si possa darle: quando pertanto

prodnconsi stiramenti paralelli alla lunghezza tendono ad allontanare l'una dall'altra le cime dei madieri nei punti dove si uniscono. Questi stiramenti operano allora sulle membrature nel senso più debole del legno, in quello nel quale tende a fendersi facilmente. Di fatto ciascuna di queste unioni delle teste non acquistano la forza necessaria per resistere agli stiramenti longitudinali che per effetto delle resistenze delle tavole vicine superiori ed inferiori. In conseguenza, come si è detto, gli stiramenti longitudinali agiscono quasi interamente sulle cavicchie che legano insieme le fasciature e la membratura. Quando queste cavicchie sono di legno hanno il diametro di $0^m,03$ a $0^m,04$ e si suol porne due su ciascuna membratura. Talvolta, e massime presso gl'Inglesi, se ne mette il doppio, cioè quattro, due sopra ciascuno dei punti dove ogni tavola s'incrocia con uno dei due travi che formano una membratura. Quando le cavicchie sono di metallo non se ne mette che una a ciascuna cima di ogni fasciatura ed il loro diametro varia da $0^m,018$ a $0^m,03$ secondo la grandezza della nave.

Queste asserzioni sono poi anche provate dalla esperienza, non potendosi mettere in dubbio la natura degli stiramenti cui riduconsi gli sforzi che prova una nave, e il difetto dei mezzi per resistere a questi stiramenti, mentre tutti sanno che quando una nave travaglia quelli che cedono i primi sono i congiungimenti dei madieri, e che le loro attestature sono sempre le prime a lasciare sfuggire la stoppa che viene introdotta a forza in tutte le commettiture delle navi di legno, e che è la sola che impedisca che vi penetri l'acqua.

Vedesi adunque quanto lungi sieno le navi di legname dall'avere una solidità pari a quella che produrrebbe una parete esterna che si fosse collegata in guisa da ridurla come d'un solo pezzo; ma quando pure a tanto si fosse giunti rimarrebbe ancora a queste costruzioni lo svantaggio della mancanza di forza che ha il legno in due sensi, nei quali è soggetto a fendersi. Soltanto adunque a forza di membri e fasciature composti di travi enormi e posti all'interno si riesce a dare qualche solidità alle navi di legno, a scapito della loro capacità. Si vede invece facilmente quale enorme solidità dovesse avere una nave la cui esterna parete fosse una massa rionita in goisa da farne come un solo pezzo, e tale è appunto la condizione delle navi di ferro.

E. Lahure, donde togliamo questi riflessi sul confronto fra le navi di legno e quelle di ferro, per assicorarsi della resistenza di queste ultime provò sopra una macchina da assaggiare le catene quale fosse la resistenza di lamierini di un centimetro di grossezza convenienti a suo credere per una nave di 1000 a 2000 tonnellate, assoggettandoli a stiramenti conosciuti e valutati in chilogrammi. Questi lamierini eransi congiunti con una commettitura particolare che egli reputa superiore alle altre, e che era posta nel mezzo del pezzo di lamierino che si assoggettava allo stiramento e perpendicolarmente al senso in cui si stirava. Anche la direzione in cui erasi laminato il lamierino trovavasi pure perpendicolare a quella in cui facevansi gli stiramenti; essendosi quindi il tutto disposto in guisa che questi lamierini e le loro giunture resistessero in quel senso che presentava la minor forza.

Ripetuti esperimenti provarono che sopra una larghezza di $0^m,12$ era dnopo che lo stiramento prodotto superasse 14500 chilogrammi, perchè il metallo cedesse visibilmente ad occhio nudo, e per quanto il Lahure, affrontando anche il rischio che gliene poteva venire, esami-

nasse attentamente e da vicino la giuntura, non potè mai scorgere differenza fra l'istante del primo cedimento e quello della rottura. Il cedimento della giuntura era leggerissimo ed istantaneo col laceramento del lamierino, che accadeva allato alla giuntura sotto uno stiramento di 14500 a 15000 chilogrammi ed anche più, ciò che dà 736000$^{chil.}$, cioè 736 tonnellate per forza di resisteuza ad uno stiramento paralello alla lunghezza del solo lamierino di uno dei fianchi di una nave che abbia sei metri di profondità.

Una nave della portata di 1000 tonnellate, di dimensioni esagerate in lunghezza, cioè di 81 metri, costruita con lastre di lamierino grossa $0^m,01$, con le giunture uguali a quelle assoggettate alla prova anzidetta, munita di una membratura di cui si indicherà le forza in appresso, peserebbe meno che 27000 chilogrammi, compreso il ponte, il legname e tutto insomma quanto forma lo scafo. Se, con un calcolo fondato sulla potenza della leva, domandasi quale forza di resistenza ad uno stiramento paralello alla lunghezza sia necessario perchè una data nave possa rimanere sospesa sulla sezione trasversale e perpendicolare alla lunghezza che passa pel centro di gravità, giugnesi alla formula seguente:

$$R = \frac{p\,h}{L} \times \left(q^2 + (2\,q + r) \times \frac{r}{h}\right)$$

R indicando la resistenza necesseria; p il peso delle nave; L la lunghezza di essa; h la profondità o l'altezza; q il quoziente in numeri interi della divisione della semi lunghezza per l'altezza ed r il resto di $\frac{L}{2\,h}$.

Questa formula dà per forza necessaria di R. per la nave di sei metri di profondità sopra 81 metri di lunghezza e del peso di 270 tonnellate, una forza = ... 911,250$^{chil.}$

Ma la forza provata dalle esperienze fatte, e che si possono facilmente ripetere, è pel solo lamierino dei due fienchi della nave, non compreso il legname = ... 1,472,000.

La forza di resistenza necessaria perchè lo scafo di una nave possa sospendersi senze cedere sulla sezione di mezzo, sarebbe adunque di più che metà superato dalla sola forza di coesiona del lamierino che ne forma i due fianchi, e vi sarebbe ad aggiugnere l' aumento di resistenza che producono la ossatura inferiore di legname, il ponte ed i fondi. Non occorre però spignere l' esame tanto oltre se la forza delle navi di legno venna in fatto riconosciuta sufficiente, e se qui addietro provossi che quella forza sarebbe superata di molto anche in una nava di ferro di 81 metri paragonata ad una di legno di 40 metri. Tutti poi ben sanno come questa ultima assoggettata alla prova proposta di sospenderla, cioè, per la sezione media, si sconnetterebbe interamente, essendo le navi di legno tanto lontane dal poter sottostare a siffatta prova che quando si varano, cioè, quando sono assolutamente nuove, subiscono tutta la inflessioni del piano che percorrono, e che se il terreno che le

porta viene a cedere, come troppo spesso soccede, cedono anch' esse.

Fairbairn fece anch' egli una serie di esperienze sulla resistenza del ferro laminato e delle unioni con bullettature di esso per conoscere quanto si potesse affidarvisi per la costruzione delle navi. Le di lui ricerche abbracciarono le seguenti quistioni.

1.° Esperimentò la resistenza delle lamine di ferro ad una forza diretta di stiramento. In queste prove tutte le lamine erano di grossezza uniforme; alle loro cime ed ai lati eransi ribadite piastre di ferro mediante fori esattamente perpendicolari al loro piano, ad oggetto di farle afferrare da ambe le parti dalle ganasce degli apparati che dovevano stirarle pel mezzo il quale erasi fatto più largo per giugnere più facilmente allo scopo. I risultamenti furono quelli qui appresso.

	Pesi medii che produssero la rottura per ogni millimetro quadrato stirando	
	nella direzione della fibra	in direzione trasversale alla fibra
Lamine di ferro di Yorkshire .	. 40^chil.,57 . .	. . 43^chil.,28
id id . . .	. 35 ,82 . .	. . 41 ,00
——— del Derbyshire . .	. 34 ,14 . .	. . 29 ,33
——— del Shropshire . .	. 35 ,95 . .	. . 34 ,64
——— dello Staffordshire .	. 30 ,80 . .	. . 33 ,10
Media . . .	35^chil.,46	36^chil.,27

Queste esperienze dimostrano adunque esservi poca differenza nella forza delle lamine di ferro sia che si tirino nella direzione delle loro fibre od in direzione perpendicolare a quelle.

2.° Esperimentò la resistenza delle piastre unite con bullettature. Adoperaronsi lamine di ferro delle stesse officine e qualità sopraindicate, eccettochè prendersi lamine più larghe delle precedenti, affinchè dopo essere state forate con la macchina conservassero la stessa area di sezione di esse.

	Pesi medii che produssero la rottura per ogni millimetro quadrato su quattro lamine di uguale sezione unite.	
	con una sola fila di bullette	con due file di bullette
Lamine di ferro di Yorkshire .	. 14chil.,15 . .	. . 15chil.,92
——— del Derbyshire . .	. 11 ,32 . .	. . 16 ,13
——— del Shropshire . .	. 13 ,34 . .	. . 14 ,10
——— dello Staffordshire .	. 13 ,36 . .	. . 16 ,09
Media . . .	13chil.,04	15chil.,63

In conseguenza la forza di resistenza delle lamine unite con una semplice fila di bullette sta a quella delle lamine a doppie bullette come 13,14 a 15,63. Dietro però una media di tutte le esperienze trovossi che la relazione fra queste lamine a doppia bullettatura a quelle a semplice era di 17,59 a 13,05 o come 10,00 a 7,42. Paragonando adunque la resistenza delle lamine semplici con quella delle altre a doppie a semplici bullettature, Fairbairn giunse ai valori relativi seguenti:

Resistenza delle lamine semplici	100
—— delle lamine unite a doppia bullettatura	70
—— delle lamine unite a semplice bullettatura	56.

Secondo Fairbairn adunque, una nave di ferro la cui bullettature sieno stabilite a dovere, non forma più che una sola massa che egli riguarda come un terzo più solida del legno a peso uguale.

Lahure fa relativamente alla solidità delle navi di ferro un'altra osservazione sul grande vantaggio che presenta la forza della parete esterna presa qual mezzo principale di consolidazione. Questo mezzo, egli dice, è preferibile ad ogni altro in quanto che opera sulla estremità della leva che presenta la maggior resistenza. Venne condotto a questa conclusione studiando la forma da darsi ai lamierini per farne paramezzali per sostituire gl' immensi travi di legno onde questi compongonsi, col che venne a conoscere come negli scafi di ferro l' intera nave formi di per sè stessa un vero paramezzale di forza enorme attese le sue dimensioni di larghezza e profondità, che sono immense paragonate alle più grandi che possono darsi al paramezzale. La ossatura interna di legname o di ferro di queste navi ha quindi lo scopo unicamente di con-

servare la forma primitive alle sezioni verticali; ottenendo il quale risultamento diviene impossibile qualsiasi altro cedimento della nave, tranne quello che risulta dalla elasticità del ferro di cui parleremo..

Si è detto che la nave di ferro potrebbe essere sospesa per la sua metà senza cedere: sono però da farsi alcune osservazioni intorno a ciò. Certamente in questo caso le estremità della nave si abbasserebbero alcun poco, ma senza che veruna giuntura cedesse. Questo abbassamento delle cime non sarebbe che l'effetto della elasticità del ferro, ed appena cessasse la prova cui si suppose sottoposta la nave la flessione svanirebbe. Due osservazioni sembrano a Labure mettere fuor di dubbio questa opinione.

1.° Nei suoi sperimenti venne provata la forza delle giunture e nessuna di esse cedette sotto le pressioni indicate, almeno in guisa visibile ad occhio nudo. Ora la quantità onde avrebbe ceduto la giuntura, dietro la formula delle resistenze, non avrebbe ad essere che moltiplicata per sei e due terzi per uguagliare l'arco che produrrebbe questa flessione sulla lunghezza totale; ne risulta che quando pure una giuntura, come quella di mezzo che sola subisce i più forti stiramenti, cedesse di $0^m,0005$, lo che certo sarebbe riuscito visibilissimo ad occhio nudo nelle esperienze, questa flessione non darebbe sulla lunghezza totale che $0^m,003$ e 1/3 il che sarebbe impercettibile su 80 metri.

2.° Avendo Labure osservato le giunture di alcune caldaie a vapore che erano scoppiate trovò che erano intatte. Tuttavia le giunture fatte col solito metodo e provate come si disse, cedettero prima che si lacerassero le lamine, è quindi certo che la sola azione che si produrrebbe sarebbe quella proveniente dalla elasticità del ferro.

Qui dee farsi una riflessione importante sulla differenza che passa fra gli effetti della elasticità e quelli che produce il cedimento delle parti la cui unione compone una nave di legno, il quale cedimento venne citato come un vantaggio dai partigiani delle costruzioni di legname, dandogli il falso nome di elasticità.

Per mostrare come si abbiano a distinguere questi due effetti ricorreremo ad un esempio. Suppongasi un pezzo di legname di una data dimensione, e sia lungo 10 metri, di $0^m,4$ su $0^m,4$, impegnato con una cima in un incavo profondo $0^m,5$, e nel resto della stessa dimensione che il pezzo di legno, cioè di $0^m,4$ su $0^m,4$. Questo vano od incastro, come dicono i falegnami, essendo praticato in un pezzo di legno aderente ad un massiccio di muro e perfettamente immobile, sia in tal posizione che quando vi è introdotto il pezzo lungo 10 metri, sia questo tenuto in posizione orizzontale. Se si fa subire alla cima del pezzo lungo 10 metri opposta a quella introdotta nell'incastro una tale pressione che descriva una curva, è chiaro che cessata questa pressione il pezzo riprenderà la sua forma di prima, per effetto della elasticità; ma non mai il pezzo di legno ritornerà compiutamente alla posizione orizzontale. Il legno si sarà schiacciato nei punti di contatto, ed ivi il pezzo si sarà reso meno grosso e l'incastro più grande, cosicchè il pezzo di legname potrà muoversi nell'incavo, che riempiva compiutamente dapprima. Tale si è l'effetto che si produce ogni qualvolta assoggettasi il legno ad una forte pressione, che produce del giuoco in tutte le parti delle navi di legno. Questo inconveniente, cui riparasi solo in quanto si può mediante l'enorme tensione che produce la calafatura, è quello che vuolsi presentare come un vantaggio, dandogli il falso nome di elasticità.

Finalmente, per ben valutare la incredibile solidità della navi di ferro sarà da notarsi che la intera parete esterna di $0^m,01$, i cui due lati sono una volta e mezza il peso totale, aumentato secondo le esigenze della potenza della leva, non forma che 110,000 chilogrammi del peso totale dello scafo, che è di 270,000 chilogrammi.

A queste dimostrazioni che stabiliscono la superiorità delle navi di ferro vengono in conferma risultamenti diretti dalle esperienze. La Havre posseda parecchie barche a vapore di ferro che da 16 a 17 anni sostengono le agitazioni continue della Senna e del porto, e i flutti, spesso molto forti, all' uscita dall' Havre, e tuttociò quasi sempre con cariche talmente pesanti che l' acqua è per lo più al livello del ponte di queste navi; hanno dimensioni affatto contrarie alla solidità, essendo lunghissime, poco larghe e poco profonde; inoltre sono fatte di lamierino non molto grosso e non hanno forma arcuata sul fondo; malgrado ciò sono ancora in ottimo stato quanto lo erano appena costruite. Fairbairn cita barche di ferro che durarono più di venti anni nell' acqua dolce ed una barca di questo genere, costruita da Taylor, che nel 1841 era ancora in ottimo stato. Finalmente riferisce il risultamento di alcune esperienze fatte da Mallet sull' azione dell' acqua marina sul ferro, le quali mostrano che la durata di una piastra di questo metallo, grossa 12 millimetri e mezzo, dee essere in questa acqua di circa cento anni. Un esempio finalmente della solidità delle navi di ferro in confronto a quelle di legno, ebbesi nella Nemesi, barca di ferro a vapore di 120 cavalli, posseduta dalla Compagnia delle Indie insieme con altre barche pure di legno. Non solamente la Nemesi comportossi in alto mare ugualmente bene quanto le altre navi di legno, ma si trasse sempre dal mal tempo con assai minori avarie, rimanendo sempre pronta al servigio, mentre le altre avevano ad ogni qual tratto bisogno di riattamenti. Nell' occasione poi dei combattimenti dati sul fiume di Canton nel maggio 1841, avvenne cha la Nemesi venne ad investire nel medesimo basso fondo che la Queen, che era una barca di legno, allo stesso istante e con circostanze affatto simili. Ora la prima uscì da quel mal passo quasi senza fatica, e potè continuar tosto il combattimento, mentre invece la seconda dovè in tutta fretta assoggettarsi a riattamenti notabili, e rientrò nel porto dell' Indie in assai misero stato.

Posta così in evidenza la superiorità delle navi di ferro, quanto a solidità, poche parole basteranno a mostrarne il vantaggio quanto alla leggerezza. Un prisma di lamierino grosso $0^m,01$, delle dimensioni adottate in addietro per la nave, e le cui estremità fossero rettangolari peserebbe da 122,000 a 123,000 chilogrammi. Ora Lahure, dietro un conto particolareggiato, stabilisce per tal fine il peso di 110,000 chilogrammi. È bena evidente che le forme aguzze all' innanzi ed all' indietro devono produrre una diminuzione molto maggiore che l' undici per %, ma si propose nel suo computo di esagerare sempre i dati a suo svantaggio. Tuttavia la nave peserebbe adunque meno di 270 tonnellate nel gettarla in acqua, e pescherebbe meno di $1^m,20$ avendo $10^m,3$ di chiglia, mentre invece le grandi navi a vapore non pescano mai meno di $1^m,7$ a 2 metri con la medesima altezza di chiglia; variando il loro peso da 260 a 309 tonnellate, ed essendo metà meno grandi della nave addietro citata.

Dimostrata così la diminuzione del peso con solidità superiore, viene implicitamente ad essere dimostrato il vantaggio dal lato della velocità, imperocchè, supposte

due macchine simili, collocate su due navi l' una di ferro l' altra di legno, identiche per forma e dimensioni, l' una sposterà tanto meno d' acqua quanta sarà la differenza fra il peso dei due scafi, quindi avrà a vincere una minor resistenza, cosicchè la nave più leggera cammioerà più presto. È difficile con le cognizioni attuali calcolare quale sarà l' eumento di velocità per tal cagione acquistato; ma la esperienza stessa dimostra le navi di ferro esser sempre più veloci di quelle di legno, al che contribuisce pure la minore scabrosità del fondo e dei fianchi di queste navi.

Quanto alla durata della velocità è da osservarsi che la diminuzione di questa, che si osserva non solo oelle barche a vapore, ma in generale in tutte le barche di legno dopo un certo tempo di navigazione, dipende da tre cause, l' aumento di peso, il cangiamento delle forme ed i corpi estranei che si attaccano all' esterno delle barche. L' aumento di peso è tanto impossibile col ferro quanto è inevitabile col legname. I cangiamenti di forme pochissimo influiscono, e si è mostrato quanto poco sieno de temersi col ferro. Finalmente l' aderenza delle piante marine od altro, che attaccaosi contro la parte immersa della nave, e rendendola scabra ne ritardano il corso è infinitamente minore col ferro di quello che nol sia col legno, le cui commettiture, screpolature o simili, servono di base e di appicco a queste piante.

L' aumento poi di capacità deriva dalla differente grossezza dell' involucro che compone la nave, la quale in quelle di legno varia da $0^m,2$ a $0^m,35$, secondo le dimensioui.

Questa grossezza delle navi di legno, anche trascurando le membrature interoe, ne riduce la capacità in confronto al loro volume esterno in una proporzione non minore di 80 e 100 e talvulta ancore di 75 a 100; nelle navi di ferro invece questa proporzione sarà almeno di 96 a 100. Siccome poi nei vapori le macchine e le stanze, anche nelle ordinarie dimensioni, occupano un 60 per o/o e più di tutta la capacità interna, così nelle navi a vapore di ferro lo spazio che rimane sarà doppio di quello delle navi di legno.

Quanto alla diminuzione del pericolo che si aprano falle di acqua, basterà un semplice esame del modo di unione delle lastre di lamierino a darne la prova. Le bullette che uniscono le lamioe sono in direzione perpendicolare alla superficie di esse: allurchè vi ha stiramento le bullette tenderebbero a deviare dalle perpendicolare, quindi a riavvicinare le lamine unite da esse, effetto che è esattamente opposto a quello che producono gli stiramenti sulle giunture delle navi di legno. Qui pure del resto la esperienza conferma le deduzioni del ragionamento, imperciocchè sulle navi di ferro le trombe sono presso che inutili. Sarebbe facile inoltre isolare tutte le parti della nave, ed è evidente che nei casi gravi, sacrificando il carico o forse anche rimovendolo semplicemente, si potrebbero rendere accessibili dall' interno i punti dove si manifestassero trapelamenti di acqua. Nè si creda che anche nelle navi di legno v' abbia la stessa possibilità di otturare dall' interno un passaggio d' acqua di cui si conosce la posizione, imperocchè le fasciature o contro-madieri che coprono internamente la membratura, rendono impossibile tale operazione. Levati pure che si fossero questi contro-madieri la impossibilità sussisterebbe tuttora, essendo quasi sempre le attestature quelle che danno le prime fughe di acqua, e queste attestature trovandosi sempre collocate sopra una membratura, e perciò inaccessibili affatto all' interno.

La impossibilità dell' incendio risulta evidentemente dalla natura della costruziona della nave in cui tutto al più sono di legno soltanto la chiglia, e le ruote di prua e di poppa. Queste tre ultime parti sono fuori da ogni caso di pericolo, e quand' ancha i ponti si accendessero, siccome sono tutti scoperti, così nulla potrebbe risultarne di grave. Quando pure inoltre si credesse dover impiegare paramezzali di legno, questi sono sempre al fondo della nave ed immersi nell' acqua che ivi si contiene, massime per le navi a vapore, dove serve a spegnere i resti incandescenti ed i carboni consumati che cadono continuamente dalle grata dei focolari.

Il prezzo delle navi di ferro, secondo Lahure, dee risultare minore che quello della navi di legno, avendo egli trovato che uno scafo di ferro capace di portare macchine di 400 cavalli, con 600 tonnellate di provvista di carbone e 400 tonnellate di carico di merci, oltre alla stanza che occupassaro tutta la parte superiore da poppa a prua, costerebbe meno di 300,000 franchi, al qual prezzo non potrebbe certo costruirsi un buono scafo di legno di uguala capacità. I calcoli fatti da Lahure per conoscere il costo di uno scafo di ferro si fondano sopra un riassuuto di tutto il materiale impiegato, del calo di esso e della mano di opera necessaria, il tutto valutato al massimo. Applicò inoltre dietro al peso della nave il prezzo cui i costruttori di macchine vendono le caldaie a vapore compiuta, e questo ultimo calcolo gli diede presso a poco esattamente la stessa spesa che aveva calcolato, il risultamento non essendo che di 292,000 franchi.

Un altro vantaggio notevolissimo delle navi di ferro, è quello di potere dar loro tali dimensioni che non sarebbero ammissibili per le navi di legname, e specialmente una maggiora lunghezza proporzionatamente alle altra misura. Si è supposto doversi dare alla nava progettata una lunghezza di 81 metri con una larghezza di $8^m,3$ a $8^m,5$ ed una profondità di $6^m,3$ a $6^m,5$, ed è su queste dimensioni, ed anzi su 6 metri soltanto di profondità, che fecersi i calcoli relativi alla solidità della nave. Fra queste dimensioni la larghezza supera di circa un metro quella dei piroscafi più larghi della Havre, cosicchè non può dirsi minima se non che relativamente alla lunghezza. Le barche a vapore lunghe da 50 a 55 metri sono larghe 7^m a $7^m,5$. Quanto alla profondità deve essere sempre presso a poco proporzionata alla larghezza perchè la nave sia stabile. Pare tuttavia che questa dimensiona si dovesse aumentare quanto si potesse senza uscire dai limiti voluti dalla condiziona sopraindicata, e le dimensioni proposte di $6^m,3$ a $6^m,5$ sono fondate su questo principio.

La larghezza è adunque la misura cha si è maggiormente diminuita in confronto a quella della lunghezza; ma attesa la stabilità non può trascurarsi la misura della profondità. In molte navi americane la relazione fra la profondità e la larghezza è talvolta superiore e spesso uguale a quella di 6,3, ed ancha 6,5 ad 8,3. Quanto alla larghezza le navi mercantili a vela di circa 350 tonnellate sono larghe $8^m,3$. L' altezza dell' alberatura di queste navi varia da 28 a 30 metri; quella della nave di ferro appena la uguaglierebbe, ma la lunghezza na sarebbe doppia. È facile quindi fare un confronto con la forza di resistenza della nave di ferro alle pressioni laterali sulla sua alberatura. Suppongansi due navi a vela delle dimensioni indicate, poste sopra una medesima linea cima a cima. Tutti comprendono che la forza di stabilità della nave di ferro sarà maggiore di quella delle due presesi per confronto, imperocchè la loro lunghezze riunita for-

merebbero appena 66 metri, e la nave di ferro è di $\frac{1}{4}$ più lunga. Nullameno le superficie delle vele di queste ultime sarebbero appena uguali a quella di una sola delle due navi a vele. Per riguardo alla stabilità adunque non rimane alcun dubbio. Inoltre la stabilità delle barche di ferro a vapore è più grande, per molte ragioni, di quelle delle navi a vela, attesochè le macchine formano una zavorra permanente, e l'ampiezza delle stanze fa che si collochino al fondo le merci caricatesi, mentre invece le navi mercantili a vela sono spesso interamente riempiute con le stesse merci, e quando queste non sieno troppo leggere, senza zavorra di sorta.

Il vantaggio che presenta il ferro di prendere senza inconveniente qualunque forma permette poi di foggiare le carene per tal guisa da aumentarne ancora la stabilità; la dimostrazione matematica di questo fatto esigerebbe calcoli troppo lunghi per essere qui inseriti; ma giugneremo allo stesso scopo, facendo osservare che i vantaggi ottenuti dalla marina mercantile americana per la capacità relativa delle sue navi deriva unicamente dalle forme che ha adottate invariabilmente pei loro fondi. Le sezioni verticali e perpendicolari nel mezzo alla lunghezza delle navi americane, presentano ai fondi un triangolo che è sempre ottuso più o meno, con un rettangolo al di sopra, i due lati del triangolo che formano l'angolo ottuso essendo di uguale lunghezza, ed il terzo lato uguale alla lunghezza del lato inferiore del rettangolo. Gli angoli formati dalla intersezione delle coste della nave sono altrettante verticali del rettangolo coi prismi inclinati che formano il triangolo inferiore, rotondati meno che sia possibile in quanto l'ossatura di legname il permette. L'aumento di stabilità procurato da queste forme diede la possibilità di aumentare, quanto lo fecero gli Americani, la profondità, e per conseguenza la capacità relativa delle navi.

Ora il ferro, non solo permette che si adottino queste forme che col legno riescono dispendiosissime per la molta quantità di curva che esigono, ma dà il modo altresì di ottenere ciò che sarebbe impossibile col legno, vale a dire di fare gli angoli formati dai punti dove il fondo della nave si riunisce a spigoli quasi vivi, aumentando in tal modo ancor più la stabilità, ed in conseguenza spignendo oltre al limite suindicato la profondità relativa. Questa circostanza è importantissima, imperciocchè aumentando la profondità, si accresce la solidità, e si fa che la nave resista meglio ai colpi di mare.

Quand' anche non si volesse ammettere la esattezza di questi ragionamenti bastava mostrare che con la proposta larghezza otterrebbesi tutta la stabilità necessaria, e fecesi invece vedere che sarebbe più che doppia di quella riconosciutasi bastante per le navi a vela, le quali abbisognano di questa forza assai più di quelle a vapore.

Con le navi di legno la lunghezza relativa non può invece aumentarsi, imperocchè quella datasi loro è la massima cui si possa giugnere, a meno che non si aumentino considerabilmente la grossezze ed il peso per conseguenza, col che cesserebbe il vantaggio. Nelle navi di ferro invece si è veduto che all'aumento delle dimensioni va unita una diminuzione di quasi la metà del peso della barca. Tuttavia che giovi aumentarle lunghezza sembra ormai fuor di dubbio pei fatti seguenti: che nelle navi a vele da alcuni anni aumentossi considerevolmente la dimensione proporzionale della lunghezza; che le navi da guerra hanno lunghezze notabilissime; che tutti i naviganti dichiarano che quanto più lunghe sono le navi tanto

meno becchaggiano; che finalmente lo lunghezze di molte navi a vapore si scostano meno dalle misure sopra indicate che dalle proporzioni che avevano dapprima, e che quanto più lunghe fecersi queste navi più riuscirono vantaggiose.

È però da osservare non potersi approfittare di queste relazioni fra le varie misure che per le navi assai grandi, non potendosi ridurre in ugual proporzione le dimensioni di quelle di mediocre grandezza o delle piccole navi, imperocchè le oscillazioni del mare, quando le onde colpiscono la nave di traverso, esigono una certa larghezza che non può dipendere interamente da relazioni con la lunghezza soltanto.

Una osservazione da non trascurarsi è pur quella del grande vantaggio che presentano gli scafi di ferro in confronto a quelli di legno, non solamente per ciò, come notossi, che possono variarsi maggiormente le loro proporzioni ed accrescerne la lunghezza in relazione alla larghezza senza scemarne di troppo la solidità, ma anche perchè può dirsi illimitata la grandezza cui possono condursi, mentre invece con le costruzioni di legname non si può oltrepassare certi limiti senza correre grandi rischii per la robustezza diminuita.

Molte altre cose potrebbero dirsi intorno alla speciale utilità delle navi a scafo di ferro; ma crediamo quanto fin qui dicemmo sufficiente a far comprendere le cause della superiorità oggidì conosciuta generalmente a questa maniera di costruzioni.

Due gravi difetti altresì delle navi di legno sono i danni cui vanno soggette, e pel corrodimento di alcuni vermi e per quella alterazione del legno, cui si dà il nome di *putrefazione secca.*

I vermi corroditori delle navi, e grandemente fatali perciò alla buona conservazione e durata di quelle, diconsi *brume (teredo navalis)*, ed insinuandosi dentro al legname, e rosichiandolo, per nutrirsene, hanno per costume di soggiornare per entro quelle parti della nave che restano sotto acqua. Quivi si fabbricano un lungo cannello di mastice, il quale, probabilmente, è composto d'una materia appiccaticcia che trasuda dal loro medesimo corpo, e che vi si secca d'intorno. A misura che vanno crescendo, aggiungono nuovi giri a questo cannello, e l'amplificano. Lo lasciano aperto da ambedue le estremità, e tutto col proprio corpo il riempiono. Occupano con la testa l'orifizio superiore, e l'inferiore, che risponde nell'acqua, viene ingombrato dalle larghe loro zampe, che sembrano affatto due ale, e dalla loro coda. La testa di questi vermi è armata di due sottilissimi denti, foggiati a modo di due cercini, coi quali raspano il legname, e lo rodono. L'orifizio inferiore, pel quale solamente respirano, serve loro ancora per succhiar l'acqua, e per iscaricarsi del superfluo peso del ventre. Senza uscir mai di casa, divengono padri di una famiglia sì numerosa, che bucherebbe in breve ora tutto il legname, se non si avesse la diligenza di spalmare di tratto in tratto con vetro pesto e catrame il vascello, quando approda alle spiagge, per lacerare con tale intonaco la bocca, e le viscere di quei vermetti che si accingono a rodere il legname, e per uccidere dentro ai loro cannelli tutti gli altri, chiudendo i pertugi pei quali respirano. Questo spalmamento vuol essere reiterato assai spesso, altrimente l'ostinata persecuzione di questi insetti, da cui i piloti più vigilanti a mala pena si possono difendere, farebbe ben tosto pentire della loro trascuraggine i negligenti.

Il modo di agire di questi vermi e le abitudini loro, come è ben naturale, van-

nero studiata con molta attenzione, specialmente dagli abitanti delle rive del mare, ove fu necessario fabbricare dighe per impedire i loro guasti. Si sa che vivono sempre internati, presso a poco per lo più verticalmente, con la bocca in giù e l'ano in su, in pezzi di legno costantemente immersi, ordinariamente nell'acqua salata, ma talvolta pure nella salmastra, ed anco in quella dolce, secondo le osservazioni di Adanson. Il punto più alto ove principiano ad internarsi, è sempre di qualche piede inferiore alle acque più basse, in modo da essere sempre sommerso, sicchè per uno dei tubi del loro mantello fanno entrare sino alla bocca, traversando la lunga cavità branchiale, il fluido che dee contemporaneamente servire alla loro nutrizione e respirazione, mentre dall'altro fanno uscire gli escrementi ed il prodotto della generazione. Questo doppio moto è probabilmente aiutato dall'azione delle palette o delle palmule, le quali possono inoltre servire di opercolo e chiudere l'apertura del foro abitato dall'animale alla minima apparenza di pericolo, giacchè non può certamente altra cosa internarsi che i suoi tubi, i quali sono molto corti, all'opposto di ciò che vien praticato dalle foladi. Il foro abitato dalla bruma principia da un orifizio piccolissimo, che spesso è difficile a riconoscersi, sempre però presso a poco orizzontale o poco obliquo, e al di là si curva e diventa presso a poco verticale e più o meno diritto. La natura del legno ha grande influenza sulla regolarità e sulle flessioni del canale scavato nel suo interno, e la vicinanza d'altre brume ne esercita eziandio una più manifesta. In fatti pare che cerchino di sfuggirsi, lo che produce talvolta flessioni molto considerevoli. La profondità dei fori è necessariamente proporzionale alla grandezza della bruma e alla durata della sua vita, che, per quanto pare, è assai breve e rapida, almeno secondo Massuet. Ma rimane a vedersi in qual modo quest'animale, che probabilmente è ovoviviparo, e manda fuori il prodotto della generazione già coperto del suo guscio, trapani così i legni più duri e con azione prontissima. In questo caso la forma di trivella e di lima del guscio, la sua solidità, la natura del corpo legnoso, e lo stato perfettamente liscio del foro che vi è scavato, non permettono di dubitare che non sia un'azione meccanica, aiutata per altro ancora dalla macerazione del legno. Sembra che il grosso muscolo adduttore il quale passa da una valva all'altra, appoggiandosi sulle cavità semi-ovoidi, sia realmente la potenza che fa agire il guscio, l'appoggia in fondo all'apertura e lo fa girare nel legno come una vera trivella. Nè in questo caso si può ricorrere alla presenza, già tanto dubbia pegli altri gusci trivellanti d'un acido dissolvente, giacchè l'analogia di causa e di effetto è troppo evidente. A misura che l'animaletto cresce, scava il suo foro, che pur riveste contemporaneamente con l'esalazione cretacea delle parti del suo corpo, non coperte dal guscio, e s'interna finchè sia giunto alla sua grandezza normale.

Per le singolari abitudini delle brume apparisce evidente che sono animali veramente formidabili per la specie umana, giacchè in fatti accelerano considerevolmente la rovina di tutte le fabbriche di legno stabilite sul mare, come le palafitte, le dighe, le gabbie, le barricate ed anco i vascelli. Le palafitte sono, in generale, perfettamente intatte in tutta l'altezza ove possono scoprirsi nel mare più basso ; ma partendo da un certo punto costantemente immerso fino ad una profondità considerevole, i fori delle brume sono tanto numerosi, che le più grosse palafitte cedono ai più piccoli sforzi. La

Olanda è il paese ove potevano nascere i più funesti effetti, e sono stati veduti dei vascelli sommergersi a causa dei passaggi d'acqua determinate dai fori delle brume. Si è dovuto adunque cercare i mezzi per opporsi a questi gravi accidenti, o con la scelta del legno, o col guarentirlo dagli attacchi di siffatti animali. Nessun legno d'Europa è certamente sicuro dell'azione perforatrice delle brume, ma pare che ve ne sieno alcuni in America da esse non infestati, o per la loro durezza, o per qualche resina che contengano, non potendo però assicurare questo fatto positivamente, ed ancor meno dire quali sieno. Vuolsi che l'anteriore carbonizzazione delle palafitte a qualche linea di grossezza, basti per guarentirle compiutamente. Pretendesi pure essere trovato assai utile il mescere col catrame con cui si intonacano le navi dell'olio essenziale di tabacco, l'odore del quale allontana i vermi.

Le parti interne di legname delle navi sono poi soggette ad un'altra specie di alterazione che riduce più o meno prontamente, e talvolta con ispaventosa prontezza, alcune navi ad abbisognare di grandi riattamenti, ed anche di essere rinnovate in gran parte, e questa malattia del legno è quella che dicemmo chiamarsi Putrefazione *secca* (V. questa parola), e che da molto tempo eccitò l'attenzione di tutti i governi che posseggono una marina. Fra i moltissimi metodi proposti per guarentire da questa alterazione i legnami delle navi, nessuno dei quali può dirsi riuscito compiutamente, ci limiteremo a citarne alcuni, oltre a quelli indicati all'articolo Legname.

Si applica sul legno con un pennello una soluzione bollente di potassa o di soda per distruggere i funghi che trovansi alla superficie, quindi inzuppasi il legno con una soluzione di pirolegnato di piombo.

Lavasi il legno con una soluzione di pirolegnato, e 10 a 12 ore dopo se lo inzuppa con una soluzione di allume, nella proporzione di 180 gramme al litro.

Si intonaca il legno con varii strati di catrame o di olio pirogenato tratto da esso, o con olio di lino in cui si fanno bollire varie piante, come l'assenzio, la centaurea e simili, e cui si aggiugne del catrame e dell'aloe in polvere. Chevallier propose di sostituire a questo miscuglio dell'olio pirogenato ottenuto con la distillazione dalle costole del tabacco. Brunel intonaca i legni di catrame e gli asperge di polvere di mattone.

In tutti questi metodi la sostanza destinata a preservare il legno non opera che all'esterna superficie di quello. Cercossi di ottenere una conservazione più perfetta, facendo penetrare nel legno stesso varie sostanze che lo rendessero meno alterabile, ed a tal fine riuscirono utili principalmente gli apparati di Breant, ed i metodi di Boucherie, onde abbiamo parlato all'articolo Legname in questo Supplemento (T. XVII, pag. 226), nel qual luogo si è pure discorso delle sostanze trovatesi più opportune per questa conservazione. Applicaronsi in tal guisa ai legnami della marina varii sali, come il solfato di ferro ed il bicloruro di mercurio o sublimato corrosivo, e recentemente si propose anche il creassoto. La sola esperienza può far conoscere i reali vantaggi che potrà recare l'applicazione di queste varie sostanze, fra le quali il sublimato corrosivo sembra aver dato i migliori effetti. Siccome, del resto, la maggior parte delle alterazioni dei legnami sono prodotte da varie specie d'insetti, le cui abitudini non vennero ancora determinate con esattezza, così le ricerche di parecchi dotti su alcuni animali di questa specie, fanno sperare miglioramenti nella conservazione dei legnami, ed in seguito la cognizione dei

mezzi per combattere più utilmente le malattie che risultano dalla loro azione.

Per riparare in qualche modo agli inconvenienti notati qui sopra, e riconosciuti generalmente delle navi di legno, e particolarmente ai danni delle brume, si aggiunse, come dicemmo, il vetro in polvere al catrame adoperato nella spalmatura delle navi, e per avere mezzi più validi ancora a quell' uopo si ricorse allo spediente di farvi all' esterno un rivestimento o FODERA, sul che tenemmo discorso in articoli separati. Videsi in quelli come questa fodera si facesse talora di legno, cercando con istrati di catrame o di calce ad olio difenderli dai vermi roditori, e si notarono i vantaggi e i discapiti di questa maniera di fodera (T. VI del Dizionario, pag. 127, 128; e Tomo IX del Supplemento, pag. 125); vedemmo ivi come si cercasse coprire quasi interamente di ferro quei rivestimenti con chiodi ad assai grandi capocchie e molto fitti, ed in più luoghi di questo Supplemento accennammo come si proponessero e provassero fodere di CARTONE *di musco* (T. IV, pag. 168), di CUOIO (T. VI, pag. 331) e di FELTRO (T. VIII, pag. 109).

Una osservazione importante su tale proposito venne fatta da Marsh nel 1804. Una nave spagnuola di 450 tonnellate arrestossi a Charlestown negli Stati-Uniti per ripararvisi da forti avarie; levatisi i madieri che coprivano la parte inferiore della nave, vi si trovò uno strato di cemento così aderente alle membrature che non si potè staccarlo che a colpi d'ascia. Il capitano diede le opportune notizie su quel cemento, che venne applicato di nuovo. Si spense della buona calce con la quantità d'acqua strettamente necessaria, e dopo averla passata per crivello metallico, se la mescè con olio di pesce alla consistenza del mastice dei fontanieri, ed applicossi con la cazzuola: il dì appresso trovossi indurata quantunque immersa nell' acqua. Impiegaronsi per tale operazione 5 tonnellate di calce e 63 galloni d'olio di pesce.

La molta forza e solidità della colla navale, i cui effetti riferironsi all' articolo MASTICE (T. XXII di questo Supplemento, pag. 186) indussero a provare uno strato di questa colla per tale oggetto. La fregata inglese Shannon di 46 cannoni venne posta tal fine sui cantieri di Sheerness per levarvi la fodera di rame e sostituirvi questa colla, dovendosi dopo un anno esaminarla per vederne l' effetto. La importanza di questa prova sarebbe stata grandissima, poichè la fodera di rame di una nave costerebbe sempre più che dieci volte quanto la applicazione della colla navale, sicchè quando anche la durata avesse a riuscire minore sarebbe sempre oggetto di grandissima economia. Non sappiamo quale ne sia stato l' esito, ma il silenzio stesso tenutosi intorno ad essa, ci sembra cattivo indizio sulla riuscita.

Malgrado il molto costo del rame questo metallo è tuttavia generalmente preferito per la FODERA delle navi, ed a quella parola vedemmo con quali avvertenze abbiasi ad applicare, come il Davy proponesse un mezzo di preservazione fondato sulle teoriche del galvanismo, e quali inconvenienti inducessero ad abbandonarlo; finalmente come si credesse la purezza del rame uno dei mezzi migliori per prolungarne la durata. Questa purezza si avrebbe perfetta se fosse possibile che venisse mai adottata una idea gigantesca propostasi nell' Inghilterra in questo tempo, in cui si è ivi imparato a non ispaventarsi di qualunque intrapresa per quanto coraggio esiga, purchè presenti una qualche speranza di buon successo. Tratterebbesi niente meno che di applicare col mezzo della galvanoplastica la fodera ai

vascelli. A tale effetto bisognerebbe introdurre la nave, che si avessa a foderare, in un bacino riempiuto di una soluzione di solfato di rame, e dupo avere spalmato il legno all'esterno d'uno strato di piombaggine, metterlo in comunicazione con le pile voltaiche, affinchè si precipitasse il rame sulla sua superficie.

La difficoltà in questo caso, come in alcune alcune altre applicazioni dell'elettricità, si è di poter avere un agente elettrico economico, giacchè si è trovato che in parecchi casi il lavoro dell'elettricità risulta per lo meno tanto dispendioso quanto quello a mano. In questa circostanza sarebbe certamente importantissima la sostituzione del ferro e dell'acqua pura allo zinco ed all'acqua acidula, proposta e sperimentata da chi compila quest'opera, come si è veduto all'articolo Metallurgia *elettrica* (T. XXIII di questo Supplemento, pag. 398). Nel caso che si potessa avere così od altrimenti una pila economica, non vi sarebbe che un passo dall'applicazione della fodera di rame ad un vascello alla fabbricazione dell'intera nave col metodo elettro-chimico, massime se si potessa ottenere la pracipitazione di metalli meno costosi del rame. Vi ha altresì da prendere in considerazione il tornaconto per la spesa che risulta dal solfato di rame. Certo si è che questa fodera starebbe applicata al bastimento senza bisogno di chiodi, di caviglie e simili, e che si avrebbe da questo lato un grande vantaggio. Se questo metodo avesse luogo, sarebbe la più grandiosa applicazione che avesse mai avuto il piliere del Volta.

Lasciando però queste idee, così vaste che non mai forse si ridurranno alla pratica, importa molto considerare quali sieno le cause che alterano e distruggono le fodere di rame, eseguite con tanto dispendio, e quali i mezzi di poterne prolungar la durata. Tale fu appunto il soggetto degli studii di Prideaux, i risultamenti dei quali crediamo utile di far conoscere.

Nel maggio 1840 venne egli pregato da Owen, direttore di una delle darsene di Londra, d'analizzare alcune lamine di rame prese dalla fodera del Sans-Pareil, la qual nave aveva servito da 30 anni ed era ancora in buono stato. I pezzi consegnati al Prideaux presentarono all'analisi 0,25 d'una lega composta di zinco e di stagno.

Questa analisi faceva singolare contrasto con quella di un pezzo preso da un'altra nave che in capo ad un anno era divenuta inservibile, e nel quale non si era trovata nessuna quantità ponderabile di lega; tutte e due si accordavano con analisi conosciute fatte da H. Davy e da R. Phillips, nelle quali il primo aveva trovato nel metallo di una fodera, che ritenevasi per eccellente, circa $\frac{1}{400}$ di stagno, ed il secondo aveva osservato che la fodera della fregata il Tartaro, che era stata distrutta in quattro anni, quantunque la nave non fosse mai uscita dal porto di Sheerness, era di rame il più puro che mai si fosse analizzato. L'analisi era inoltre d'accordo con la inferiorità ben conosciuta delle fodere preparate recentemente per la marina reale inglese, il rame delle quali è depurato con le ripetute fusioni cui si assoggetta.

Sembrava adunque doversi dedurre dall'esame della fodera del Sans-Pareil, che la presenza dello stagno e dello zinco fusse favorevole alla durata del rame, il che sarebbe stato contrario alla opinione esposta da altri, come vedemmo all'articolo Fodera, sui vantaggi del rame puro. Prima tuttavia di nulla decidere, Prideaux volle ricorrere ad alcune analisi di altre fodere, e scelse a tal fine le navi seguenti.

Il Minden, foderato di rame diciassette

anni prima, e che aveva provato una perdita annua di 0,45 per o/o.

Il Plover, foderato di rame da 5 anni soltanto, e che aveva perduto annualmente un 11 per o/o.

Il Linnet, il cui rame venne distrutto così prontamente che fu impossibile trarne una lastra abbastanza in buon essere per poterla pesare.

Finalmente fece l' esame del nuovo rame per fodere preparato nei cantieri di costruzione di Portsmouth.

I risultamenti di queste ultime analisi non furono in verun modo conformi a quelli delle prime esperienze, e non presentarono alcuna analogia fra la composizione della fodera e la durata di essa.

In tale stato di cose rimaneva da esaminarsi se si potesse attribuire queste durata ad alcune proprietà fisiche del metallo. Per risolvere la quistione da questo lato presersi lamine di ciascuna fodera, le quali presentavano tutte la stessa superficie di 38 centimetri quadrati, e si immersero ciascuna in un litro di acqua marina, ponendo i cinque vasi vicini, affinchè fossero nella medesime condizioni. L' acqua del mare essendo neutra quanto ad elettricità ed operando lentamente sul rame, vi si aggiunse un poco di sale ammoniaco per accelerare l' azione senza togliere la neutralità. La maggior perdita si ebbe sul rame del Sans-Pareil, che era quello che aveva durato più a lungo sul mare, e la minore su quello del Plover, che era stata una delle fodere più cattive. Questi rami adunque nelle prove fatte nel laboratorio ed in circostanze eguali non seguirono, quanto a durata ed a corrosione, lo stesso ordine che aveveno mostrato nell'uso.

La cagione adunque della differente alterazione del rame sembrava dovuta a condizioni esterne, delle quali era facile indicare due classi; le une dipendenti dalla costruzione della nave, le altre dalle circostanze relative all' uso di essa. Nella prima classe due condizioni si affacciano tosto; la posizione del rame sul fianco della nave e la qualità dei chiodi con cui si attaccano le lastre di rame. La parte inferiore della fodera sembra soffrire assai meno della parte superiore fino a che la neve trovasi in acque molto profonde; ma quando viaggia in poca acqua e massime al di sopra delle melme, la parte più bassa soffre molto per l' azione dell' acido idrosolforico che si svolge da quelle, e il rame si sfoglia in iscaglie azzurrastre.

L' influenza dei chiodi presenta un interesse ancora più diretto. Questi chiodi non sono mai di rame puro, ed essendo numerosi, tutti a contatto con le lastre, mentre le loro capocchie presentano una superficie metallica considerevole all' acqua marina, si comprende che possono produrre effetti notevolissimi per la conservazione o per la distruzione, a motivo d' una leggera differenza elettro-chimica. Prideaux esaminò in conseguenza una nave cui levavasi la fodera ed il cui rame erasi corroso in quattro anni. Trovò che il rame era ancora intatto intorno ad alcuni chiodi, sopra una estensione di 4 a 5 centimetri, benchè compiutamente consumato nelle altre parti; mentre invece in altri punti, talvolta anche sulla stessa lamina, il rame era compiutamente scomparso, quantunque restassero ancora alcuni pezzi delle lastre, sicchè i chiodi in un sito avevano avuto un'azione proteggitrice ed in un altro una influenza distruttiva.

Per determinare l' effetto dei chiodi presersi dalla stessa lamina uguali superficie, sospesersi a distanze uguali ed alla stessa profondità in un vaso riempito di acqua marina proveniente dalle Indie orientali. Ne risultò che tutti i chiodi agirono affrettando la distruzione eccetto che

in un solo caso sopra rame proveniente dalla darsena. Si ha quindi un esempio di un chiodo proteggitore, benchè non a segno da impedire qualsiasi corrosione del rame, la che si riconobbe impossibile per esperienza. Si acquistò quindi la certezza di poter crescere la forza preservativa avendo riguardo alla composizione della lega. Il rame adoperato pei chiodi trovasi principalmente unito con lo stagno; ma se il chiodo è tutto insieme duro e flessibile, il fabbricatore è soddisfatto nè si dà la briga di altro esame. Se i chiodi si rendessero sempre abbastanza elettro-positivi rispetto al rame in guisa che proteggessero la fodera senza nuocere di troppo alla propria durata, sarebbe il modo più semplice e più conveniente per avere un' azione protettrice elettro-chimica.

Un cutter, detto la *quarantena*, che ordinariamente dimorava nel porto di Plimouth, venne foderato nel 1832 e nel dicembre 1841 era ancora in ottimo stato; la fodera precedente di esso aveva durato 14 anni. Invece una barcaccia del faro di Eddystone, che generalmente dimorava nelle stesse acque, e che venne foderata nel 1838, era già in uno stato di alterazione molto più spinto della Quarantena che era stata foderata sei anni prima. Una prova che la corrosione sulla barcaccia non era dovuta al servigio onde era incaricata, avevasi nel vedere che la parte superiore della fodera, cioè quella la quale doveva maggiormente soffrire pei colpi delle onde, pei lavacri e pegli attriti, era ancora sana, mentre invece il rame al di sotto della linea di fior d' acqua staccavasi in isceglie azzurrastre. Questa ultima circostanza viene certamente in gran parte da ciò che quella barca toccava spesso fondi che sviluppavano del gas acido idrosolforico ed altre materie, mentre invece il Cutter non navigava nè dimorava in quelle acque. Ad ogni modo la differenza riuscì troppo grande perchè potesse attribuirsi compiutamente a questa causa, imperciocchè una delle due barche era in buon essere dopo nove anni, mentre invece l' altra aveva bisogno di essere riposta sul cantiere innanzi alla fine del terzo anno. Quantunque tutte e due dimorassero abitualmente nelle acque dello stesso porto in nessuna di esse ebbesi ad osservare che i chiodi avessero alcuna influenza di distruzione o di conservazione.

Ad ogni modo siccome converrà sempre far uso di chiodi e questi presenteranno una grande superficie metallica all' acqua marina e molti punti di contatto col rame, il Prideaux ritiene che sieno attissimi a produrre un grande effetto con piccole differenze nello stato elettro-chimico, così per riguardo alla distruzione come per la conservazione del rame; a suo parere converrebbe pertanto rendere leggermente elettro-positivi relativamente al rame laminato i chiodi con una aggiunta di zinco, la quale non nuocerebbe alla loro elasticità e non ne aumenterebbe il prezzo. Alcuni saggi fatti col galvanometro servirebbero facilmente a comporre il metallo da gettarsi negli stampi, se si stimasse necessario di seguitare ad attenersi al modo attuale di fabbricazione.

L' alterazione cui va soggetto il rame dipende altresì dall' uso che si fa di una nave. La fodera soffre notabilmente ogni qual volta trovasi esposta agli urti delle onde ed all' aria, lo sfregamento essendo causa di distruzione al pari che la ossidazione.

Circa allo stabilire fino a qual punto la corrosione possa dipendere da una grande rapidità di cammino o da un uso più frequente, e quindi da una più lunga esposizione alla influenza dei tempi e dei climi, Prideaux non osa pronunziare al-

cuna opinione, ma creda che queste cause sieno di limitata influenza, e che il danno della breve durata di alcune fodere dipenda principalmente dalla natura del rame stesso.

Si sa inoltre oggidì che la fodera si altera molto più presto nei climi caldi, ciò che era facile prevedere pei comuni principii della fisica, sapendosi che l'azione chimica aumenta con la temperatura: è una qnistione a studiarsi quindi se questo effetto del calore e la sua tendenza a promuovere la produzione a la decomposizione organica, sieno elementi importanti di questa azione distruttiva.

In conseguenza Prideaux procurossi dell' acqua da varie parti del golfo Stream, con erbe marina e senza, dal mare Caraibo e dal porto di Falmonth nel luogo ove dimorano la barche a vapore, ed in cui le acque potevano risentirsi degli effetti di quella delle miniere che si scaricano nel fiume. Mentre si raccoglievano queste varie acque Daniell annunziò essersi trovate grandi quantità di acido idrosolforico nelle acque della costa della Guinea.

Per provare l'azione delle varie acque anzidette presersi cinque lastre di rame di ugual dimensione, tagliate dalla stessa lamina e pesate, le quali vennero sospese in un litro di ciascuna delle acqua inviate siccome saggio. In capo a tredici giorni queste lamine si levarono e si pesarono nuovamente: siccome ersnsi introdotte nette, così nell'estrarle soffregaronsi semplicemente con una spatola bagnata in acqua dolce. Trovossi l'effetto qui sotto indicato:

		Peso quando s' immerse il 16	Peso quando si estrasse il 29	Perdita in 13 giorni
1	Acqua del golfo Stream . .	180,26	178,43	1,81
2	d.° con erbe marine . . .	182,56	182,30	0,26
3	d.° del mare Caraibo . . .	190,00	189,60	0,40
4	d.° del porto di Falmouth . .	169,01	168,55	0,46
5	d.° del porto di Plimonth . .	176,41	176,01	0,31

Il nnmero 1 uscì chiaro a netto; gli altri erano offuscati nella superficie, eccatto il numero 2, che presentava soltanto macchie e zone. L'acqua di Falmouth non parve più corrosiva di qnella di Plimouth, e Prideanx attribuisce la differenza nella corrosime osservata in questi due casi a qualche dissomiglianza sfuggita nelle condizioni della esperienza. In ogni caso l'azione dell'acqua del golfo Stream è troppo distinta per essere dubbia. Non solo la quantità di rame disciolta fu molto maggiore, ma vi ebbe altresì una differenza notabile nell'apparenza del metallo alla superficie.

Un mezzo di protezione dalla fodera presentossi nel corso di questa ricarche il quala da poco tempo cominciò a ri-

chiamare la pubblica attenzione. Si è già detto come la parte superiore della barcaccia di Eddystone che provava i colpi e lo sfregamento delle onde fosse rimasta in buon essere, mentre la parte inferiore erasi prontamente corrosa. Questa eccezione o piuttosto questo invertimento delle ordinarie condizioni, sembrò provenire da uno strato di olio di pesce con cui erasi intonacato il rame mentre era nuovo per mantenerlo netto, lo che però non erasi fatto per le parti non apparenti al di sotto della linea d'acqua. Nessuno poteva certamente aspettarsi che un olio tanto essiccativo avesse un effetto così permanente, e questo fatto diede un indizio prezioso della facilità e della efficacia di siffatto mezzo proteggitore.

Un caso ancora più notevole presentossi sulla nave che formò il soggetto delle osservazioni sull'apparente influenza dei chiodi. Durante l'esame fatto da Prideaux potè egli osservare l'azione preservatrice perfettamente distinta di un poco di catrame di carbon fossile che era filtrato dai madieri attraverso le linee di unione delle lamine della fodera ed era colato su essa. Questo catrame era scorso precisamente in certi punti dove le lamine erano più soggette ai colpi delle onde ed all'attrito, e mentre il metallo nudo era stato corroso quasi interamente, le zone che erano intonacate con questo catrame erano rimaste intatte e facendo fondere il catrame, la superficie del metallo videsi nello stesso stato, come quando usciva dal laminatoio. Questo catrame di carbon fossile sembra quindi essere un buon mezzo preservatore; ma rimane a vedersi se manterrà la superficie del rame liscia e libera da ogni aderenza di materie organiche o di incrostazioni terrose. Per sciogliere con la esperienza tale quistione foderossi la nave di rame sopra un fianco e di ottone sull'altro, intonacati dalla prua fino a metà della lunghezza con catrame di carbon fossile applicato sul metallo riscaldato uniformemente mediante un fuoco di copponi di legno. Dodici mesi dopo che la nave era in acqua trovossi che tanto la parte così verniciata quanto le superficie metalliche si erano mantenute perfettamente nette e con tutta la loro lucidezza.

Nell'articolo Fodera di questo Supplemento (T. IX, pag. 133), abbiamo indicato una vernice proposta da Robison per guarentire le fodere delle navi, e i fatti riferiti da Prideaux sembrano togliere quei dubbii sulla probabilità della durata che ivi notaronsi.

Nel medesimo articolo si è detto come siensi proposte per la fodera delle navi invece del rame, leghe di zinco e stagno, o di piombo, zinco e stagno, e con più fondamento una specie di bronzo formato di rame e stagno, si è detto quali vantaggi siensi ottenuti da questa sostituzione, e quali inconvenienti si temesse che ne venissero, e si disse pure come alcuni abbiano trovato un vantaggio nel fare le fodere delle navi in parte di bronzo ed in parte di rame.

Posteriormente fecersi varie ricerche in proposito da Hood, il quale propone invece per la fodera delle navi leghe di tre o quattro metalli, composte in generale di rame, zinco e piombo, con aggiunta o senza di antimonio, di stagno o di ferro, nelle quali il rame entra in diverse proporzioni, e sino al 50 per cento. Si forma così un composto proprio ad essere laminato e ridotto alla forma delle lastre, che hanno servito fino ad ora a rivestire le navi, ed a farne chiodi, caviglie e chiavarde per le costruzioni navali.

L'aggiunta d'un terzo e d'un quarto metallo agli ingredienti, che entrano comunemente nella composizione dell'ottone

ha per iscopo di modificare la tessitura cristallina che prendono sovente questi composti, a fine di poter far uso del laminatoio con una proporzione minore di rame di quella che si è fatta finora, vale a dire di procurare una fodera per le navi più economica di quella in uso, e nello stesso tempo di formare un composto capace di resistere a lungo, e tale che contenga abbastanza di rame per rendere le lastre suscettibili di ossidazione all'acqua del mare, e per conseguenza velenose per la formazione d' un sale di rame, e di resistere così agli attacchi e prevenire l'aderenza degli animali che incrostano le fodere dei bastimenti e ritardano la velocità del loro corso.

Le leghe adottate da Hood sono stabilite in proporzioni definite, supponendo che l' equivalente del rame sia il numero 32. Ciò posto, ecco alcune formule di composizioni atte a soddisfare alle condizioni sovraccennate, e nelle quali la proporzione del rame varia da 40 a 50 per 100.

Rame	atomi 16	o parti 40,4
Zinco	» 15	» 38,0
Piombo . . .	» 2	» 16,5
Antimonio . .	» 1	» 5,1
		100,0

Rame	» 8	» 41,4
Zinco	» 8	» 41,4
Piombo . . .	» 1	» 17,2
		100,0

Rame	» 14	» 44,8
Zinco	» 14	» 44,8
Piombo . . .	» 1	» 10,4
		100,0

Rame	» 16	» 45,4
Zinco	» 16	» 45,4
Piombo . . .	» 1	» 9,2
		100,0

Rame	» 10	» 43,0
Zinco	» 10	» 43,0
Piombo . . .	» 1	» 14,0
		100,0

Rame	» 8	» 43,8
Zinco	» 7	» 38,3
Piombo . . .	» 1	» 17,9
		100,0

Rame	» 32	» 45,5
Zinco	» 30	» 42,5
Piombo . . .	» 2	» 9,0
Antimonio . .	» 1	» 3,0
		100,0

Rame	» 16	» 41,0
Zinco	» 15	» 38,0
Piombo . . .	» 2	» 16,5
Stagno. . . .	» 1	» 4,5
		100,0

Rame	» 12	» 44,0
Zinco	» 12	» 44,0
Piombo . . .	» 1	» 12,0
		100,0

Rame	» 32	» 46,5
Zinco	» 32	» 46,5
Piombo . . .	» 1	» 4,7
Stagno. . . .	» 1	» 2,3
		100,0

Rame	»	10	»	46,0
Zinco	»	5	»	24,0
Piombo . . .	»	2	»	30,0
				100,0
Rame	»	5	»	49,0
Zinco	»	2	»	19,5
Piombo . . .	»	1	»	31,5
				100,0
Rame	»	8	»	46,0
Zinco	»	6	»	35,0
Piumbo . . .	»	1	»	19,0
				100,0
Rame	»	8	»	49.0
Zinco	»	5	»	32,0
Piombo . . .	»	1	»	19,0
				100,0.

Il ferro può impiegarsi formando un miscoglio, nel quale ve n' abbia 1 atomo o 28 parti di metallo puro, che si combina con un numero dato di atomi di rame, essendo anche lo zinco impiegato in proporzione definita.

Le leghe precedenti vengono soltanto date ad esempio dal Hood della formazione di questa specie di composti di varie densità, per fabbricarne lamine, chiodi, chiavarde ed altri oggetti che entrano nelle costruzioni navali; ma egli dice che si può benissimo non limitarsi a queste ricette ed adottare quellle altre, che si giudicassero più convenienti per lo scopo che si avesse in vista. La maniera più propria di fare queste leghe è la seguente:

Primieramente si fa fondere il rame in un fornello adatto a tal uso, e quando è in perfetta fusione vi si aggiugne lo zinco, il piombo ed altri metalli in piccole quantità per volta, a fine d' evitare che il rame non si raffreddi al disotto del punto di fusione, frapponendo un intervallo di tempo sufficiente fra ciascuna aggiunta, perchè la quantità dei metalli gettatisi gli ultimi sia compiutamente fusa ed incorporata. Si avrà altresì cura di prevenire le perdite di zinco per volatilizzazione, al che si perviene ordinariamente mantenendo ciascun pezzo o verga di zinco al disotto delle superficie del rame, mediante un bastone di legno od una bacchetta di ferro, fino alla fusione compiuta, come lo sanno assai bene i fonditori di ottone.

Si può anche far fondere per intero tutta la quantità del rame, poscia aggiugnere il piombo od altro metallo, ed allorquandu il miscuglio è sufficientemente fluido, introdurre un pezzo di legno nel bagno in fusione e rimestare il miscuglio, lasciandu carbonizzare il legno per produrre uno sviluppo di gas, il quale purifica la composizione, come si pratica nella fusione del rame. Si può anche gettare una porzione di carbone di legno alla superficie del metallo in fusione, per evitare le perdite che risultano dall' ossidazione, lasciando tutta questa parte dell' operazione sotto la responsabilità degli operai fonditori, che conoscono perfettamente i metodi di purificazione del rame e delle sue leghe.

Quando il rame ed altri metalli sono in piena fusione, si aggiugne allora dello zinco o giallamina nella maniera descritta, ed avendo cura di non raffreddare di troppo il bagno, e quando il tutto è in perfetta fusione, si leva senza indugio la carica del fornello per colare dentro forme di ferru il liquido in piastre di 3 a 5 centimetri di grossezza, dove si lasciano raffreddare: poscia si levano dalle forme e si sottopongono ad un calore rovente in un fornello opportuno.

La piastre così roventi devono essere passate pel laminatoio per ridurle alla grossezza conveniente, arrestando la laminatura tostu che il metallo si raffredda al disotto di questo calore rovente, e riscaldando ogni volta che si crede necessario. Quando le lastre hanno soltanto 2,5 a 3 millimetri di grossezza, si può operare a freddo col laminatoio, usando la precanzione di ricuocerle in un fornello dopo due o tre passaggi pei cilindri.

I fornelli e gli apparecchi meccanici sono i medesimi di quelli che servonu ordinariamente a laminare il rame, ed abbastanza conosciuti perchè occorra darne la descrizione.

Siccome poi vedemmo più addietro (pag. 376). potere un intonaco riuscir di molto vantaggio ad accrescere durata alle fodere di rame delle navi, così anche per quelle di ferro era ben naturale poter riuscir utile lo stesso spediente, e tanto maggiormente quanto che più grande è la ossidabilità di questo metallo. Mezzi opportuni a tal fine vennero suggeriti da Mallet per guarentire delle corrosione le navi di ferro, e mantener netta la loro carena da animali e piante marine. Il suo metodo, che componevasi altra volta di tre operazioni, venne poscia da lui semplificato e ridotto a due sole, le quali ora indicheremo.

La prima di queste operazioni consiste nell'applicare una vernice preservatrice, oomposta dietro il principio che gli elementi di essa non possano formare idrati nè combinarsi con l'acqua, e aderiscano con forza al ferro conservando sempre una certa elasticità.

Asciugata perfettamente la carena di una nave di ferro e liberatala col mezzo della raschiatura da ogni ossido aderente, s'intonaca d'una vernice potettrice, che si compone di 40 parti del miglior catrame di carbon fossile, ridotto col mezzo del calore fino alla consistenza della pece, d'una parte di gomma elastica, sciolta e condotta allo stato molle cui si trova oggidì anche in commercio, e di cinque parti di minio polverizzato. Essendo fuso il catrame, vi si aggiugne la gomma elastica ed infine il minio, il tutto si mescola accuratamente e si fa fondere al fuoco. I bastimenti nuovi le cui superficie sono polite non esigono che un solo strato, quelli che sono vecchi due o tre. Tosto che le vernice è secca, bisogna ricoprirla uniformemente con la pittura zoofuga o vernice avvelenata, che si applica a caldo con dolci spazzole.

Questa pittura zoofuga previene l'incrostazione della carena, in quanto che i sali metallici che contiene sono poco solubili e talmente micidiali pegli animali e vegetali marini che, se pur toccano questa carena, non vi aderiscono e non si sviluppano più alle sua superficie. Bisogna adunque che questa pittura, nel medesimo tempo che resiste allo sfregamento prodotto dal moto del naviglio, possegga un grado di solubilità o piuttosto di mescibilità con l'acqua assai facile a fine di permettere che il veleno sia assorbito dai vasi capillari degli esseri che vengono a collocarsi sopra di essa, imperciocchè, senza quest'ultima proprietà, verun veleno, qualunque sia la proporzione in cui s'impiega, può essere utile in una maniera permanente. La composiziune che indica Mallet a tal fine è quella che segue.

Si fanno fondere insieme, ad un dolce calore, in due parti d'acqua, una parte di sapone giallo e due di resina; si mescono a caldo con vernice ad olio ordinaria, poscia si fondono con 4 parti del miglior sego. Quando il miscoglio è uniforme, si aggiungono una parte di realgar ed una di minio, ridotti in polvere molto fina, poscia si agita perfettamente il miscuglio.

Quando questa preparazione è fredda, a 10° centesimali ha la consistenza del burro. Pei climi tropicali si accresce la dose della resina e quella del sapone per le regioni artiche. Uno strato di pittura zoofuga dura da uno a tre anni, secondo le circostanze: è d' un bel rosso perlato, che non fa scomparire la carena dei navigli.

Questi metodi, applicati a parecchii piroscafi incaricati di varii servigi, hanno dato, a quanto si dice, buoni risultamenti, e vennero estesi con successo ai segnali, ai gavitelli, alle gettate, ai piccoli navigli di ferro e simili.

Osserveremo del resto le cure di vigilanza e buona manutenzione essere necessarie per la conservazione delle navi in generale, quanto e più che per ogni altro edifizio, affinchè i piccoli danni non si facciano grandi, e forse eziandio irreparabili. Allorchè, per qualsiasi ragione, debbano a lungo rimanere stazionarie ed inoperose, come avviene specialmente pei legni della pubblica marina, efficacissimo si riconobbe il ripararli interamente e guarentire quella parte di essi che rimane fuori d' acqua dalla influenza distruttiva che vi esercita l' alternato passaggio dall' umido al secco. Le difficoltà che sembra presentare un siffatto assunto vennero superate col miglior esito da varii anni, mediante una specie di tetto mobile, il quale adottatosi a Brest, a Rochefort, a Tolone ed a Cherburgo, riuscì sempre vantaggiosissimo per la buona conservazione dei vascelli cui fu applicato. Pur troppo la pronta alterazione di queste macchine immense e tanto costose dipende da cause che non è in facoltà dell' uomo di prevenire; ma è cosa oggimai dimostrata potersi ritardarne gli effetti con mezzi di costo assai tenue, paragonati alla ingente economia che devono produrre.

Esposto in tal guisa quanto ci è sembrato di maggiore importanza relativamente alla costruzione delle navi in generale, entreremo adesso in alcuni particolari intorno a quanto si riferisce alle dimensioni ed alla forma di esse, stando sempre in quei limiti che si addicono al piano dell'opera che compiliamo.

Quali sieno le dimensioni alle quali suolsi specialmente nelle navi avere riguardo, si disse nell' articolo Vascello (T. XIV del Dizionario, pag. 157), cioè la lunghezza, la larghezza e la profondità. Nell' articolo Barca in questo Supplemento, si disse quale soglia essere comunemente la relazione fra la lunghezza e la larghezza nelle barche a vapore, e quale la influenza di queste relazioni. Siccome vedremo all'articolo Navigazione che la resistenza al moto della barche dipende principalmente dalla massima sezione trasversale di esse, così da principio fecersi specialmente le barche a vapore molto strette, non avendo spesso di larghezza che $\frac{1}{10}$ della lunghezza. Oggi si dà loro il quarto od il quinto della lunghezza, essendosi con ciò potuta diminuire la immersione ed aumentare la solidità senza scemare la capacità interna. Inoltre, ad uguale immersione, le sezioni trasversali in una barca larga avendo maggior superficie, la parte di essa che dee sostenere il peso enorme della macchina a vapore e delle ruote con tutti i loro accessorii è più voluminosa, e quindi la barca tende meno ad alterarsi di forma per la disuguale ripartizione del peso e delle pressioni del liquido che vi agiscono contro. Vedemmo più addietro, parlando delle barche di ferro (pag. 368), come un grande motivo della superiorità loro sia appunto quella di poterne considerevolmente aumentar la lunghezza senza che ne scapiti di troppo la solidità loro.

Oggidì in generale per le navi a vela la relazione fra la lunghezza e la larghez-

za, misurate alla linea di fior d'acqua, è di 3 o 3 e $\frac{1}{4}$ ad uno; per le barche a vapore sul mare è di 5 a 6 ad uno; per le barche sui fiumi questa relazione è maggiore, e spesso la lunghezza, massime per quelle di ferro, non ha altro limite che la impossibilità di girare in tutte le parti del fiume.

Assai grande è pure la differenza che passa fra la forma degli scafi destinati a navigare in mare o sui fiumi. I primi sono formati di membratura che riunisconsi tutte sopra una parte che si dice la chiglia, e la loro lunghezza, come vedemmo, varia da 4 a 7 volte la larghezza nei bagli maestri. Inoltre, questa parte dei bagli maestri ha poca lunghezza, ed è tutto al più uguale ad $\frac{1}{4}$ della lunghezza totale. Da questa forma risulta molta cavità all' interno, una grande immersione e la stabilità necessaria per battere il mare. Sui fiumi le condizioni sono affatto diverse; non avendosi in generale che poca profondità d' acqua si è costretti a spostare il maggior volume d' acqua possibile per una data immersione. Questa circostanza particolare fece adottare pel maggior numero delle membrature un fondo orizzontale, donde risultano barche a fondo piatto, nelle quali la parte dei bagli maestri è per lo più di due terzi della lunghezza totale. Siccome poi non è a temersi del torcimento, non essendovi onde nè burrasche, così si potè spingere la lunghezza di queste barche a 10 o 12 volte la loro larghezza ed anche più.

La qualità delle macchine che adottansi per le barche a vapore variano pure dietro queste condizioni. Per la navigazione sul mare preferisconsi macchine a bassa pressione, perchè meno soggette a riattamenti ed a sospensione di lavoro, e tutte le loro proporzioni sono calcolate con esuberanza per mettersi al sicuro da ogni pericolo di rottura. Siccome non temesi nè il peso nè il volume, preferisconsi le caldaie più semplici, a superficie piane, a focolare e canali interni. Sulle barche invece per la navigazione fluviatile, dove si calcola scrupolosamente ogni pollice di immersione e temesi più di tutto la flessione della parte centrale, caricata tutta insieme del peso e dello sforzo delle macchine, cercaronsi le forme più leggere, a costo anche di esporsi a riattamenti più frequenti che divengono meno dannosi per la brevità dei viaggi e per la vicinanza delle officine. Adottansi quindi macchine a cilindri oscillanti, senza grandi leve in bilico, con leggere ossature, e tutta quella varietà di forme imaginate dai fabbricatori di macchine, e che hanno per iscopo di scemare il peso quanto è possibile.

L' altra misura delle navi, cioè la immersione, è cosa pure di molta importanza, come notammo all' articolo BARCA di questo Supplemento al lungo addietro citato. In vero quanto più grande è questa immersione tanto più si aumentano la stabilità e capacità delle navi, quindi vedemmo anche qui addietro come giovi aumentarla sul mare. Per altra parte maggiore è la immersione più si limitano i luoghi ove le barche possono navigare, fino al segno da impedir loro di entrare in alcuni porti, sicchè le navi mercantili principalmente perderebbero una gran parte dei loro vantaggi se esigessero acque troppo profonde. Le barche sui fiumi si fanno in generale, come dicemmo, a fondo piatto per diminuire la immersione e poter viaggiare con acque molto basse. Il mezzo più conveniente per diminuire la immersione è quello di fare lo scafo molto leggero e parecchi costruttori riguardano anzi questa condizione come d' importanza superiore ad ogni altra. È facile vedere quanto sia difficile soddisfarvi, massime per le barche a vapo-

re, dove il peso enorme delle macchine concentrato nel mezzo le affatica notevolmente. La sostituzione del lamierino di ferro al legname oltre agli altri vantaggi ha pur quello, come in addietro notammo, come di procurare molta leggerezza combinata ad una grande resistenza.

Le dimensioni in generale delle navi variano poi secondo gli usi cui sono destinate a servire. Lasciando ancora di parlare delle navi da guerra, di cui si è detto nell' articolo Vascello del Dizionario, è chiaro che anche le navi mercantili non devono avere nè la stessa forma nè le stesse dimensioni per tutti i mari che sono destinate a percorrere, e le circostanze commerciali modificano talvolta le generali disposizioni ad esse relative. Una volta, per esempio, adoperavansi pel commercio del cotone con gli Stati-Uniti navi buune veliere, mentre invece adesso vi si impiegano navi di 500 a 600 tonnellate, con molta sentina, e che hanno circa 4 metri e mezzo d' immersione. Per la navigazione del mare delle Indie adoperansi navi più grandi e migliori veliere di 800 a 900 tonnellate e di $4^{m},83$ a $5^{m},85$ d' immersione. Il commercio invece con le principali parti dell' America è quello degli zuccheri con la Guadaloppa e con la Martinica, esigono navi piatte di fondu.

Nell'articolo Navigazione, parlando della proporzione da osservarsi fra la grandezza delle barche e la forza delle macchine da applicarvi daremu le misure di molte barche a vapore, in aggiunta a quelle già riferitesi nell'articolo Barca del Supplemento. Dall' esame di queste misure risulteranno esempii pratici delle relazioni solite a mantenersi fra le varie dimensioni di quella specie di navi.

A qual modo procedasi alla stazatura, cioè al misuramento della capacità di una nave, per riconoscere la portata di essa, venne detto agli articoli Barca del Dizionario (T. II, pag. 346) e di questo Supplemento (T. II, pag. 193) ed ivi venne altresì riferita la legge stabilitasi in Francia per tal fine nel 1794. Per mostrare con un esempio quanto possano differire le discipline in tale proposito, narreremo il fatto seguente. Il piroscafo nuovo l' Amsterdam, partitosi dall' Havre per andare a Londra a prendere la macchina motrice, venne assoggettato nell' Inghilterra ad una nuova stazatura. La dogana inglese, dopo avere fissata la capacità della nave a 450 tonnellate, ne sottrasse 172 pel luogo occupato dalla macchina. In Francia non eransi sottratte per lo stesso motivo dalla stazatura totale che 67 tonnellate e mezza, di modo che l'Amsterdam avrebbe guadagnato 104 tonnellate e mezza col sistema della dogana inglese in confronto di quello adottato in Francia per la misura della capacità delle barche a vapore.

Fra noi la stazatura delle navi mercantili a vela ed a vapore si fa dietro un regolamento sovrano del 28 novembre 1840 il quale crediamo utile di qui riferire.

La legge austriaca adunque stabilisce che per fissare la portata dei bastimenti mercantili si prenderà la lunghezza, la larghezza e l' altezza o puntale del bastimento in piedi parigini, si moltiplicheranno queste tre dimensioni fra loro; se ne dividerà il prodotto pel numero 110 ed il quoziente che ne risulta, sarà il numero delle tonnellate del bastimento a vela stazato.

Il modo di prendere queste tre dimensioni sarà il seguente:

La lunghezza pei bastimenti d' un solo ponte si misurerà sopra il ponte medesimo, dall' interno della ruota da prua sino all' interno della ruota da poppa. Pei bastimenti che hanno un falso ponte, oppure bagli nella stiva, si misurerà la lun-

ghezza nella maniera qui prescritta tanto sopra il ponte, quanto sopra il falso ponte, od all' altezza dei bagli; la metà della somma di queste due lunghezze sarà quella del bastimento.

La larghezza si misurerà al baglio maestro di coperta, se il bastimento ha un solo ponte, e al baglio maestro del falso ponte, se il bastimento è a due ponti o con bagli nella stiva; sarà composta della lunghezza di questo medesimo baglio a linea retta, più due volte la grossezza della membratura a quest' altezza, vale a dire, che la larghezza si misurerà da un esterno all' altro delle membrature, supponendo il bastimento sfoderato esternamente.

L' altezza pei bastimenti d' un solo ponte si misurerà nella situazione del baglio maestro, dal disopra del madiere interno contiguo alla chiglia sino al disopra del baglio maestro.

Pei bastimenti che hanno un falso ponte o bagli nella stiva, l' altezza dovrà essere misurata sino al disopra del baglio maestro di coperta e per conseguenza comprendere quella da un ponte all' altro.

Per fissare la portata dei bastimenti mercantili austriaci a vapore, si prenderà la lunghezza, la larghezza e l' altezza nel bastimento in piedi parigini, si moltiplicheranno queste tre dimensioni fra loro, se ne dividerà il prodotto pel numero 110, dal quoziente che ne risulta si sottrerà l' importo parziale del 40 per 100 per lo spazio occupato dalle macchine e dal combustibile, ed il rimanente darà il numero delle tonnellate del bastimento a vapore stazato.

La lunghezza, la larghezza e l' altezza si misureranno, come pei bastimenti a vela, con la sola differenza, che la larghezza si prenderà nella camera delle macchine sulla linea dell' asse delle ruote, e l' altezza al baglio maestro di coperta più vicino all' asse medesimo.

In ogni bastimento mercantile austriaco stazato a norma di queste disposizioni dovrà essere scolpito d' uffizio dallo stazatore, il numero delle tonnellate così ottenuto, sulla faccia visibile del baglio proviere di bocca-porta. Dovranno inoltre essere scolpiti o segnati i punti o le situazioni del bastimento, da cui vennero prese o dedotte le dimensioni principali, sulle quali sarà calcolata la portata.

Alla stazatura conforme alle presenti disposizioni sottostanno tutti i bastimenti appartenenti alla categoria della marina di commercio austriaca, nel caso in cui questa operazione debba aver luogo secondo le prescrizioni vigenti.

In particolare debbono assoggettarsi alla stazatura secondo le presenti disposizioni i bastimenti seguenti:

a) quelli costruiti di nuovo nello Stato o riparati con cangiamenti di portata.

b) quelli nuovamente comperati, costruiti all' estero, e condotti dei porti dello Stato;

c) quelli riparati all' estero con cangiamento di portata dopo il loro arrivo nei porti dello Stato;

d) quelli a vapore, già impiegati in mare, al loro stazionare nei porti dello Stato.

I bastimenti compresi sotto *a*, dovranno adempire all' obbligo della stazatura prima di venire adoperati quale mezzo di trasporto per mare, e quelli sotto *b*, *c*, *d*, se il luogo dell' ancoraggio è l' ultimo del loro viaggio o destinazione, essendo ancora vuoti, prima che vengano adoperati nuovamente per trasporti sul mare.

Gli uffizii dei porti devono invigilare sull' esatto adempimento dell' obbligo di stazatura dei bastimenti ai quali tale obbligo incombe, e non permettere loro di caricare nè di venire impiegati in mare

fino a che non v' abbiano adempito; nè prima d' allora rimettere ad essi i documenti che dai detti uffizii devono venire loro consegnati a tale oggetto.

In casi però degni di riguardo, gl' I. R. uffizii di porto ed i governi marittimi nei paesi litorali di Trieste, Venezia, Dalmazia e Fiume, e relativamente il comando generale in Zagabria, nel territorio del confine militare, sono autorizzati, a richiesta delle parti, a dare la dispensa eccezionale dal detto obbligo, vale a dire gli uffizii di porto comunali limitandosi a soli piccoli viaggi, che non vengano intrapresi per l' estero, e non si estendano più in là dei porti provveduti di I. R. uffizii di porto; gl' I. R. uffizii di porto riguardo a tutti i bastimenti, eccettuati quelli patentati destinati per l' estero, e le dette autorità guberniali riguardo a tutti i bastimenti, compresi anche questi ultimi, ed in tutti i casi di ricorso.

Oltre all' obbligo della stazatura potrà ognuno sottoporre alla stazatura secondo le prescrizioni presenti nei porti destinati a queste operazioni d' uffizio un naviglio a lui appartenente o lasciato a sua disposizione.

La stazatura dee venire sempre eseguita sotto la direzione d' un I. R. uffizio del porto in unione ad un proto costruttore navale.

Nel circondario del governo di Trieste gl' I. R. uffizii del porto, ai quali le parti dovranno rivolgersi per la stazatura, risiedono in Trieste e Rovigno; nel circondario del governo di Venezia, in Venezia e Chioggia; nella Dalmazia in Zara, Purtorose, Spalatro e Ragusa; nel circondario del governo di Fiume provvisoriamente in Fiume; e nel litorale dei confini militari in Segna, Carlopago, San Giorgio e Jablanacz.

Per eccezione la stazatura in Dalmazia potrà essere fatta anche dagli uffizii del porto comunali, nel cui distretto trovasi un qualche cantiere, però solo nei casi in cui dovessero essere assoggettati alla stazatura navigli del tutto nuovi, oppure rifabbricati con cangiamento della loro capacità, e ciò sempre nei cantieri del luogo stesso ove trovasi l' uffizio del porto comunale.

Per la stazatura il proprietario del naviglio pagherà allo stazatore la tassa d'un carantano (o$^{fr.}$,o6) per ogni tonnellata.

In quei casi ove la fissata tassa di stazatora, computata dietro alle tonnellate, si presentasse come insufficiente per l' insignificante capacità del naviglio, resta libero ad ogni governo marittimo, e nel circondario dei confini militari all' I. R. comando generale in Zagabria, di fissare un' equa tassa.

Oltre alle dimensioni della navi in generale e relativamente le une alle altre è pur cosa che molto importa a considerarsi la forma che si dà loro, la quale ha influenza grandissima e sulla stabilità e sulla velocità.

Per avere la stabilità necessaria ed obbedire ai venti con buon cammino, una nave dee avere il suo centro di gravità posto in condizione conveniente; se questo punto fosse troppo alto esporrebbe la nave ai maggiori pericoli nel caso di una burrasca; se fosse troppo basso ne renderebbe troppo difficili i movimenti nel mezzo al liquido su cui galleggia. Inoltre l' altezza più o meno grande del centro di gravità espone anche la nave ad un beccheggiare, la cui azione è da evitarsi quanto è possibile. Questo centro deve essere collocato quanto più vicino si possa alle linee di fior d' acqua.

È pure di molta importanza il determinare il meta-centro di una nave, che è il punto d' interiezione di una linea verticale che passa pel centro di gravità con la risultante della pressione laterale

dell'acqua, quando è inclinato sopra un fianco o sopra l'altro, limite al di sopra del quale non può collocarsi il centro di gravità. La stabilità di una nave esige che il meta-centro sia sempre al di sopra del centro di gravità. Allorquando la larghezza della nave è considerevole relativamente alla sua lunghezza, il meta-centro s'innalza, massime se il carico è posto alla linea di fior d'acqua; se si considera il meta-centro qual punto di percussione, appena le estremità della nave si abbassassero un poco nell'acqua il vascello sarebbe spinto indietro rapidamente a con violenza. Se questo vascello muovesi contro le onde, allorchè queste passano sotto l'arco della prua si abbassa sul dinanzi, e quando sopraggiugne un'altra onda quella parte dura fatica a rialzarsi e la nave beccheggia. Quando la parte posteriore della poppa prova un moto simile si dice che la nave s'impoppa, il che produce gli stessi inconvenienti del beccheggiare. Questo ultimo non solamente riesce incomodo all'equipaggio, ma ritarda la nave nel suo corso, e coi moti violenti che vi cagiona nuoce molto alla alberatura ed alle manovre. In un corso rapido il beccheggiare e le cadute che ne susseguono fanno molto soffrire una nave in tutte le sue parti e tendono a produrvi rotture tali da separarla in due. Nei navigli caricati a fior di acqua, questi movimenti agiscono con somma violenza contro alle parti più alte sul dinanzi e sul di dietro anteriori e posteriori che trovansi sotto l'acqua; si affievoliscono trasportando il peso dall'innanzi verso l'indietro e piuttosto verso la poppa che sul mezzo della nave; lo che condurrebbe a portare il centro di gravità verso il mezzo; questo punto però non può essere nel mezzo stesso a motivo dell'albero di mezzana, dei suoi cordaggi, delle ancore ed altro.

Allorquando il vento viene di fianco o piuttosto sul dinanzi, quasi tutti i bastimenti senza l'aiuto del timone girano più al vento la loro prua, cosicchè la direzione media della resistenza nell'acqua passa per lo più un poco all'innanzi del centro di gravità; l'allontanare questo movimento dalla prua non conviene, ma si può modificarlo facendo immergere maggiormente il vascello verso la puppa, cioè facendo che la chiglia sia più bassa alla poppa che alla prua.

Allorquando urtasi sopra un corpo in un punto fra la sua cima ed il suo centro di gravità questo corpo gira intorno ad un punto posto al di là del centro di gravità. È perciò che quando una nave obbedisce più al timone che allo sforzo dell'acqua contro alla prua, gira intorno ad un punto che è all'innanzi di questo centro; ma perchè la nave giri intorno ad un punto posto al di là del centro di gravità, l'azione del timone non occorre che si continui fino a che tutto l'effetto dell'acqua portisi sulla prua. In questo caso la resistenza dell'acqua contro la prua ed il timone agiscono d'accordo, perchè la nave giri dal medesimo lato, allo stesso modo come quando mettonsi le vele in senso opposto a quello in cui cammina la nave, col che si fa girare questa contro al vento: allora la nave gira intorno al centro di gravità o presso a poco, secondo che l'una delle azioni la vince sull'altra, il centro di gravità rimane nel mezzo e la nave si volge assai prontamente.

Il rullio in generale non si presenta che quando il vascello cammina con un vento favorevole; è più forte quando fa prima poco vento, quindi questo girasi da un'altra parte, formando, cioè, un angolo retto col primo e le onde continuano a succedersi nella medesima direzione di prima. Si ha pure rullio quando la nave

urta molto obliquamente alcune onde. Il cammino diviene più uguale e senza scosse quando il centro di gravità della nave è a fior d'acqua o poco al disotto, come dicemmo. Per rendere i rullii più tardi che sia possibile è duopo che la nave abbia grande capacità nei suoi fondi, superi di poco coi suoi fianchi al di sopra dell'acqua relativamente alla sua lunghezza, e che il centro di gravità della carena, e per conseguenza il meta-centro, sieno molto bassi.

È dalla combinazione di questi varii dati che dipende il movimento più o meno buono della nave, tutto il resto riguardando manovre delle quali non possiamo occuparci.

Affinchè la nave poi abbia il grado di stabilità necessario la sentina di essa dev' essere caricata con corpi pesanti o zavorra; se trasportinsi ferro, ghisa, marmo od altre materie pesanti, dispongonsi queste al fondo della sentina per zavorra del bastimento, e questa è indispensabile, per modo che se le merci sono troppo leggere per servire a tal fine impieganisi grandi pezzi di ghisa greggi, sabbia o simili per ottenerla. (V. Zavorra.)

Quale sia la forma più vantaggiosa delle pareti della nave per assicurarne la stabilità longitudinale e trasversale si disse in questo Supplemento all' articolo Barca (T. II, pag. 194). È pure di non lieve interesse nel determinare la forma esterna delle barche il fare in guisa che presentino la minor resistenza possibile al moto, ed abbiano quindi un più veloce cammino, e per tal fine vi sono alcune pratiche avvertenze generalmente seguite.

Primieramente, dipendendo principalmente la resistenza dalla massima sezione trasversale della barca e poco dalla lunghezza, vedemmo come giovi aumentare questa, quando si possa farlo senza gravi inconvenienti.

Essendo poi sulla prua che produconsi direttamente le resistenze maggiori, alla forma di questa si rivolsero principalmente le ricerche dei costruttori. Nelle barche a vapore, le quali deggiono camminare con molta velocità, videsi la prua dover essere assottigliata, affinchè il prisma d'acqua che trovasi smosso ad ogni istante venisse a fendersi spingendolo di fianco, invece che essere rispinto all'innanzi e opponesse quindi una resistenza minore, la quale resta però sempre proporzionale al quadrato delle velocità. Per diminuire questa resistenza si fece la prua delle barche inclinata all' orizzonte sotto un angolo di 45°, e se la terminò con un pezzo di legno sporgente di poca grossezza, detto *tagliamare*, cui vengono a legarsi le coste della membratura.

Siccome poi l'acqua spostata dalla prua della barca non può istantaneamente passare alla parte posteriore, nè il vuoto che ivi producesi per l' avanzar della nave stessa può essere istantaneamente colmato dal liquido circostante a motivo della inerzia di esso, ne risulta un aumento di pressione sul dinanzi, ed una diminuzione sul di dietro, relativamente alla pressione statica, i quali due effetti aumentano entrambi la resistenza. Interessava adunque di agevolare quanto è possibile con la costruzione della barca il passaggio del liquido dall' innanzi all' indietro, ed è anche per ciò, oltre che per la stabilità della barca, che se ne fecero le pareti verticali, senza alcun inutile rigonfiamento nel senso della lunghezza. Conobbesi anche la poppa assottigliata, a fianchi molto rientranti, agevolare il passaggio del liquido e tendere a scemare quanto è possibile l'attrito laterale, che, quantunque poco sensibile nelle velocità moderate, non risulta da trascurarsi quando crescono queste velocità, imperciocchè, dietro recenti esperienze fattesi a tale proposito in Inghilterra, sem-

bra crescere proporzionatamente al quadrato della velocità.

Queste avvertenze, sono in vero, troppo generali ed incerte per condurre con sicurezza al buon effetto che si desidera; ma sfortunatamente la teorica della resistenza dei liquidi è tuttavia troppo oscura, perchè siasi potuto determinare in guisa soddisfacente la forma del solido di minor resistenza, sicchè i costruttori prendono a guida per lo più i numerosi risultamenti della pratica. Ciò nullameno vi sono alcuni principii fondamentali, dai quali derivano i principali risultamenti ottenuti, che permettono di rendere ragione in generale della forma adottata, ed i quali procureremo di riferir brevemente.

Parlando dapprima di quanto si riferisce alla influenza della lunghezza, da alcuni sperimenti di Dubuat risulta che col crescere di essa fino ad un certo limite la resistenza contro i corpi che si muovono nei liquidi invece di aumentarsi diminuisce. Prese egli tre prismi o parallelopipedi rettangolari, la cui base era un piede quadrato, cioè che avevano $0^m,325$ di lato; l'uno era alto soltanto $0^m,009$ essendo una semplice piastra; il secondo era alto $0^m,325$, cioè di figura cubica; finalmente il terzo era alto $0^m,97$ o tre volte il lato della base. L'immerse e trattenne in una corrente la cui velocità era di $0^m,97$, e misurando la pressione idraulica su 625 punti della base anteriore di ognuno di questi tre corpi, trovò l'altezza della colonna al di sopra della corrente essere $1,19\ h$, chiamandosi h l'altezza dovuta alla velocità della corrente. Vide questo valore essere costante e indipendente dalla lunghezza del prisma; ma osservando invece la colonna sulla base opposta dei prismi per misurare l'abbassamento di essa sotto alla superficie dell'acqua, cioè la pressione negativa, la trovò nei tre prismi, con l'ordine come gli abbiamo indicati, di 0,67, di 0,27 e di 0, 15. Le pressioni negative scemarono quindi con la causa che le produceva, cioè con la velocità dei filetti fluidi all'indietro dei prismi, velocità che è tanto minore quanto più i corpi sono lunghi. Insomma la pressione totale o lo sforzo della corrente sopra i tre prismi, venne espresso da $1,86\ h$, da $1,46\ h$ e da $1,34\ h$. Questo sforzo avrebbe continuato a diminuire se si fosse ancora aumentata la lunghezza dei corpi; ma questa diminuzione ha un limite, ed è al suo minimo quando la lunghezza del prisma è uguale a cinque o sei volte il lato della base. Se la lunghezza seguita ad aumentare, la resistenza andrà allora crescendo, poichè l'effetto nocivo dell'attrito o della aderenza delle pareti bagnate del prisma che cresce con la lunghezza supererà il vantaggio della pressione negativa. Beaufoy avendo mosso nell'acqua con una velocità di 2 metri al secondo tre prismi a base quadrata le cui lunghezze in confronto ai lati della base erano di 10, 17,3 e di 34,6 trovò resistenze di $1,14h$, di $1,16h$ e di $1,31h$. È inutile l'osservare non avervi differenza, sia che l'acqua in moto urti contro al prisma con una data velocità, sia che il prisma si muova egli stesso con quella medesima velocità attraverso l'acqua tranquilla *(a)*.

Il minimo limite adunque dei valori della resistenza pei prismi, o, a dir meglio, pei parallelopipedi rettangolari, i quali presentano in piano la loro base all'azione dell'acqua, sarebbe di $1,h$; e non si potrebbe mai sperare minore dando que-

(a) Dubuat, a dir vero, aveva posto in dubbio l'uguaglianza di resistenza in questi due casi; ma esperienze di molti altri autori si uniscono al ragionamento per mostrare avervi uguaglianza di effetti, almeno in quanto può riguardare la pratica, nella quale le minime differenze, se pur vi sono, riescono insensibili. (G.** M.)

sta forma alle barche. Si può tuttavia scendere molto al disotto di questo limite, sostituendo alla base piana perpendicolare alla direzione del moto facce inclinate o meglio ancora superficie curve, come vedremo.

Inclinando semplicemente la base anteriore di un prisma relativamente alla direzione del moto scemasi di molto la resistenza che incontra. Bossut, dopo aver fatto scorrere sull' acqua un prisma diritto, fissò alla sua parte anteriore successivamente due corpi che presentavano alla azione del fluido l' uno una faccia inclinata di 43° e l' altro una di 25° 26′ ed i valori relativi del coefficiente furono di 1,02h, di 0,67h e di 0,47h. Parimenti Beaufoy prese un prisma lungo 6^m,44, con una base quadrata di o^m,372 di lato e movendolo sott' acqua con una velocità di 2^m,14 incontrò una resistenza di $37^{chil.}$: vi adattò poscia un piano a faccia inclinata di 9° 36′ e la resistenza non fu che di $16^{chil.}$, cosicchè diminuì nella proporzione da 100 a 43. Questa forma di prisma tronco a piano inclinato essendo la più semplice fra quelle che scemano considerevolmente la resistenza, incontrasi bene spesso negli scafi usati nella navigazione, e molte barche sui fiumi sono formate di tali prismi soltanto.

Non essendo abbastanza conosciute queste esperienze di Bossut e sembrandoci che possano dar luogo ad alcune importanti considerazioni, crediamo utile esporle più particolarmente e indicare alcune delle conseguenze di esse.

Il primo A dei tre corpi da lui adoperati (fig. 2 della Tav. XXV delle *Arti del calcolo)* era un prisma diritto a base quadrata che aveva il lato $a\ b = o^m,532$ e la lunghezza $a\ d = o^m,697$. Per formare il secondo corpo B vi si aggiunse la prua prismatica $d\ c\ e$, con la faccia $c\ e$ inclinata di 43° 1′ alla superficie fluida G H; nel terzo corpo C la inclinazione $c\ f$ non era che di 25° 26′. Vennero questi tre corpi disposti convenientemente nel bacino della scuola militare a Parigi e caricati in maniera che la profondità dell' immersione fosse costantemente di o^m,337: poscia vennero tirati da grandi pesi che fecero loro percorrere uno spazio di 21^m con differenti velocità. Fatto ciò rovesciaronsi i due prismi tronchi per guisa che la loro faccia inclinata, posta sempre all' innanzi, fosse rivolta verso il cielo invece che verso il fluido, come lo era dapprima. Fecersi in tal guisa cinque serie di esperienze i cui risultamenti si vedono nella tavola qui unita, le velocità indicatevi essendo quelle con cui vennero percorsi i sei ultimi metri, essendo allora il movimento divenuto uniforme.

CORPI ASSOGGETTATI alla esperienza	VELOCITÀ col peso motore di			SERIE DELLE	
	3chil.,916	4chil.,895	5chil.,874	Velocità	Resistenze
A	0m,655	0m,728	0m,792	1,00	1,00
B	0 ,823	0 ,901	0 ,975	1,24	0,65
C	0 ,966	1 ,078	1 ,187	1,48	0,455
B rovesciato . .	0 ,568	0 ,623	0 ,685	0,86	1,35
C rovesciato . .	0 ,622	0 ,687	0 ,760	0,45	1,11
Esperienza	1	2	3	4	5

Esaminando in ognuna delle tre prime colonne verticali la velocità dei cinque corpi mossi con uno stesso peso, si vede che segue presso a poco una medesima legge indicata dai numeri della quarta colonna.

Se si considerano le tre velocità dello stesso corpo tirato successivamente dai tre pesi adoperati, si trova che il quadrato delle velocità aumenta presso a poco come i numeri 1, 1 $\frac{1}{4}$ ed 1 $\frac{1}{2}$, vale a dire come i pesi motori, i quali esprimono le resistenze. Senza i piccoli errori corsi nella osservazione, è molto probabile che l'aumento avrebbe seguito esattamente la relazione suindicata; ed allora i numeri dell'ultima colonna, i quali indicano la relazione inversa del quadrato dei numeri della precedente, esprimerebbero le resistenze provatesi dai cinque corpi, prendendosi per unità quella del prisma non tronco A.

Il confronto fra i numeri di questa ultima colonna indica che la resistenza del prisma tronco a 43° rovesciato fu più grande di quella del medesimo prisma nella sua posizione diritta nella relazione di 135 a 65, cioè più che doppia. L'aumento fu ancora maggiore pel prisma troncato a 25,26, poichè portossi da 45 a 111, cioè crebbe nella proporzione da 10 a 25.

Scorgesi facilmente la causa di un aumento così grande nella resistenza provata dallo stesso corpo, quantunque l'angolo d'incidenza del fluido, od almeno il suo seno fosse il medesimo in entrambe le posizioni. Nel primo il fluido trova ben maggiore facilità di sfuggire dopo l'urto e tende a sollevarsi sul dinanzi del prisma; nella posizione rovesciata all'opposto può solo sfuggire difficilmente pel basso, risale sulla faccia inclinata che lo colpisce, tende ad immergerla maggiormente e la resistenza si aumenta.

Gli angoli d'incidenza del fluido furono di 90°, di 43° e di 25°; e le resistenze relative dei prismi rovesciati, come 100 a 315 ed a 111; mentre adunque gli angoli diminuivano le resistenze au-

mentavano, ma fino ad un certo limite, oltra al quale diminuivano anch' esse: avvi adunque un angolo che dà la massima resistenza. Se fosse quello che tende a produrre la massima immersione sarebbe di circa 45°: in vero quando un fluido animato di una velocità o forza B C, (fig. 3), che supporremo uguale ad uno, colpisce una faccia M N' sotto un angolo i, la componente G B, cha agisce di basso in alto su questa faccia e tende ad immergerla, ha per valore *sen* i *coss* $i = \frac{1}{2}$ *sen* 2 i, quantità che è al suo massimo quando $i = 45^\circ$. Benchè questa teorica non possa tenersi per vera rigorosamente, se ne può tuttavia concludere che l' angolo, il quale tende a produrre la massima immersione sarà fra 40° e 50°.

Per la stessa ragione, quando la parte anteriore di un galleggiante sarà disposta come *c e* (fig. 2) ed inclinata di circa 45°, il fluido vi agirà con la maggior forza per sollevarlo. Questo sollevamento della parte anteriore per l'azione del fluido, su cui naviga un corpo, non può mettersi in dubbio, e riesce manifesta quando la velocità è considerevole: videsi scialuppe trascinate con la estrema velocità di 12 a 13 metri da balene, in cui erasi confitto l' arpone rialzarsi alla prua a segno da mostrare fuor d' acqua due metri della loro chiglia, malgrado che la direzione molto inclinata all' orizzonte, in cui venivano tirate, tendesse a farle immergere maggiormente. Dietro osservazioni fatte recentemente nell' Inghilterra, quando si tira una barca con grande velocità, la prua si innalza dapprima e la poppa si abbassa, ma ben presto questa rialzasi, la prua mantiensi elevata e la barca s' avanza in posizione orizzontale, tanto meno immersa nell' acqua quanto più presto cammina, come abbiamo osservato. Russell, preso un piccolo schifo che in istato di quiete pescava $0^m,068$, e movendolo con velocità che variarono da $1^m,35$ a $8^m,95$ vide la immersione gradatamente diminuirsi da $0^m,066$ a $0^m,038$. Nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 195) si disse degli sperimenti fatti da Macneill sui vantaggi del muovere le barche assai velocemente dietro questo principio. Il sollevarsi della parte anteriore agevola la fuga dell' acqua che tende ad ammonticchiarvisi dinanzi, favorisce la emersiona del corpo, a quindi la diminuzione della sezione immersa: sotto questo doppio aspetto non può che scemare la resistenza, quando non sia accompagnata dall' abbassamento della poppa. Dietro a ciò si vede quanto interessi all' arte delle costruzioni navali la conoscenza della forma e dell' angolo più atti a produrlo.

Se però talvolta la prua d' una barca non è che un piano inclinato, il quale si rialza al di sopra della superficie fluida, solitamente, come dicemmo, è un solido che presentando come un taglio all' acqua la fende, la divide, e, scorrendo poscia sopra facce molto inclinate, non oppone che una resistenza molto minore.

Una bella serie di esperimenti fatti da Bossut, Dalembert e Condorcet permettono di valutare il buon effetto di queste prue, quand' anche consistano solo in due facce piane riunite a guisa di cuneo. Citeremo alcune di queste sperienze. Ad un paralellopipedo rettangolo lungo $1^m,30$, largo $0^m,65$ ed alto $0^m,84$ adattossi una serie di prue, la cui sezione orizzontale era un triangolo isoscele, ed il cui angolo anteriore erasi fatto sempre più acuto. Si stabilì convenientemente questo corpo in un grande bacino, ove pescava per $0^m,65$: venne tirato con varii pesi, e quando il moto era divenuto uniforme misuravasi il tempo che impiegava a percorrere 16 metri. La relazione inversa del quadrato dei tempi, la quale era la relazione diretta delle velocità, e molto approssimativamente

ancha quella della resistenza, vedasi indicata nella seconda colonna della tavola seguente. Essendosi presa per unità la resistenza del prisma diritto senza alcuna prua, i numeri di questa colonna esprimono le resistenze corrispondenti alle varie prua.

ANGOLO della prua	SERIE della resistenze
180° . . .	. . 1,00
156 . . .	. . 0,96
132 . . .	. . 0,85
108 . . .	. . 0,69
84 . . .	. . 0,54
60 . . .	. . 0,44
36 . . .	. . 0,41
12 . . .	. . 0,40

Alcune poppe cuneiformi adattate alla parte posteriore dei prismi di Bossut contribuirono anch'esse a diminuire la resistenza, ma assai meno che le prue, come si vede dalla tavola che segue.

ANGOLO della poppa	SERIE delle resistenze
180° . . .	. . 1,00
96 . . .	. . 0,89
48 . . .	. . 0,86
24 . . .	. . 0,84

Vedesi da questi numeri che la poppa di 24° non scamò la resistenza che di 16 per o/o, mentre invece una prua simile avrebbe prodotto una riduzione di 59. La ragione è semplicissima: le poppe affievoliscono la pressione negativa prodotta dal vuoto che tende a farsi dietro ai corpi che muovonsi in un fluido; ma questa pressione negativa è assai meno forte della pressione sul dinanzi, che è quella la quale viene tolta in gran parte dalla forma opportuna della prua.

Scemasi ancora più la resistenza che incontrano i corpi galleggianti componendo con superficie curve la loro prua, la loro poppa ed anche i loro fianchi, poichè la resistenza delle facce curve, è molto minore di quella che si avrebbe sopra una serie di piani sostitutivi.

Una esperienza del Borda mostra all'evidenza questo vantaggio delle superficie curve. Prese egli tre prismi diritti la cui base era per l'uno il triangolo equilatero A B C (fig. 4); pel secondo la semi-ellisse A M C M' B; e pel terzo un triangolo mistilineo, dua lati del quale erano archi di circolo di 60°. Fece muovere questi prismi nell'aria con uguale velocità, ponendo innanzi: 1.° la faccia piana che corrisponde al lato A B; 2.° lo spigolo dell'angolo piano che corrisponde al punto C; 3.° la semi-ellisse; 4.° finalmente, il vertice dell'angolo mistilineo: le quattro potenze furono rispettivamente come i numeri 100, 52, 43 e 39.

Uguali risultamenti sarebbersi ottenuti probabilmente nell'acqua. Beaufoy di fatto avendo posto in quel liquido e tirato con una velocità di $2^m,75$ un corpo prismatico, la cui base vedesi nella fig. 5, e la cui altezza è uguale a B C $=$ $0^m,305$, ebbe una resistenza di $11^{chil.},73$ con la prua a facce piane B A F, e di $8^{chil.},68$ con quella a facce curve B M A N F: la diminuzione essendo stata a un dipresso

come nella sperienza di Borda, nella relazione di 52 a 38 $\frac{1}{2}$.

Si è invano cercato di esprimere analiticamente la resistenza che provano le superficie curve. Newton che tentò il primo di trovare questa espressione, dopo avere stabilito che la resistenza per le superficie piane era proporzionale al quadrato del seno d' incidenza del fluido, ammetteva che fosse lo stesso pegli elementi differenziali delle superficie curve considerate come una riunione di piani infinitamente piccoli, e con questa ipotesi determinò la resistenza per varii corpi terminati da tali superficie. I matematici adottarono questa base del calcolo per più di un secolo. In fine Borda nel 1763, dopo fatte varie sperienze sulla resistenza che provano varii corpi quando vengono mossi nell' acqua o nell' aria, mostrò i loro risultamenti essere contrarii a quella teorica la quale più non poteva sussistere. Nei quattro casi degli sperimenti del Borda essa avrebbe indicato resistenze decrescenti come i numeri 100, 25, 50 e 49, e la osservazione invece diede 100, 52, 43 e 39, cosicchè le resistenze date dal calcolo erano assai minori del dovere per le superficie piane, ed assai maggiori del vero per quelle curve. Altre osservazioni condussero alla medesima conclusione. Nelle sperienze, per esempio, fatte da Bossut sui prismi tronchi, l'antica teorica dava le resistenze 100, 46 e 18, ed invece furono 100, 65 e 45. Venne pertanto interamente abbandonata oggidì.

Applicandola alla sfera Newton aveva concluso che la resistenza per questo solido era la metà di quella che proverebbe un circolo massimo, e fino agli ultimi tempi ammettevasi che così fosse. Dubuat nullameno osservò non essere che i 0,55, e le esperienze di Beaufoy confermarono la di lui asserzione. Quest' ultimo prese una palla del diametro di $0^m,344$, la mosse a profondità abbastanza grande sotto acqua, con velocità di $0^m,61$ a $3^m,66$, e le resistenze incontrate diedero un coefficiente fra 0,402 e 0,364, o, a termine medio, 0,383: per una piastra circolare di ugual diametro aveva avuto 1,12; quindi quella della sfera ne sarebbe i 0,342.

Beaufoy fece pure con lo stesso solido altre interessanti osservazioni:

Per un cilindro dello stesso diametro di $0^m,344$ e lungo $0^m,305$ aveva avuto 1,030

La sfera avevagli dato 0,383

La divise per mezzo, e ne pose metà sul dinanzi del cilindro a guisa di prua, col che ridusse il coefficiente a 0,328

Ponendola sulla faccia posteriore, risalì a 0,888

Finalmente ponendone una metà sul dinanzi e una di dietro ebbe solo: 0,276 ed anche in una esperienza 0,230

Da questo esempio si vede.

1.° Che allungando il corpo scemasi notabilmente la sua resistenza: allungando la sfera si diminuì nella proporzione da 383 a 276, cioè da. 100 a 72

2.° Quanto sia grande l' effetto delle prue e delle poppe: queste ridussero la resistenza da 1030 a 276, o di 100 a 27, vale a dire a circa un quarto; e forse a meno d' un quarto, da . . . . 100 a 22

3.° Che la riduzione dovuta alla sola prua fu da . . . . . . 100 a 31

4.° Che quella della poppa non fu che da . . . . 100 a 86

Al vedere la superiorità della prua sulla poppe, e sapendosi che le prime scemano tanto più la resistenza quanto più sono aguzze, sembrerebbe che se si avesse a muovere nell' acqua un corpo il quale avesse una cima più ottusa dell' altra, giovasse porre sul dinanzi la seconda; ma la esperienza mostra essere invece l' opposto. Il prisma rappresentato nella fig. 5 diede per coefficiente 0,327 quando l' angolo A era all' innanzi, ed invece 0,430 quando stava dinanzi l' angolo D assai più acuto, cosicchè in luogo di un vantaggio avevasi una maggior resistenza nella relazione di 132 a 100. Questo fatto era conosciuto da lungo tempo, e Chapmann, celebre ingegnere svedese, lo aveva dimostrato con parecchii sperimenti nel suo *Trattato sulla costruzione delle navi*. In uno di questi prese due coni e li riunì base a base, e quando pose sul dinanzi quello ad angolo più acuto trovò la resistenza maggiore da 224 a 100. In conseguenza gioverà in un vascello ravvicinare alla prua la massima sezione trasversale. La natura aveva già dato esempii di tal fatta nella forma dei pesci i quali sono più grossi verso la testa che verso la coda.

Interesserebbe potere stabilire, dietro alle precedenti osservazioni, quale forma e quale curvatura si avesse a dare alle varie parti di un corpo galleggiante, affinchè movendosi nell'acqua trovasse la minor resistenza possibile, vale a dire sciogliere il problema tanto importante per l' architettura navale del *solido di minor resistenza*. La teoria però quale è attualmente non può condurre a questa soluzione, e perciò si cercò di trovarla ricorrendo alla esperienza.

Erasi da lungo tempo rimproverato alla scienza che avesse fatto così poco per abilitare i costruttori a procedere con sicurezza nei loro tentativi per migliorare quanto riguarda la velocità delle navi. Vi sono alcuni punti nei quali la scienza dà tutti i lumi che si possono desiderare. La immersione di una nave, la sua guernitura, il suo centro di gravità, la sua stabilità, si possono determinare con accuratezza anticipatamente, e il costruttore navale può lavorare con sicurezza dietro principii stabiliti; ma è bene altrimenti quanto alla resistenza ed alla velocità di una nave. Non vi sono calcoli più compiutamente fallaci di quelli coi quali si tenta di determinare anticipatamente la velocità di una nave costruita sopra date linee, o di indagare come si abbia ad alterarne la forma per renderla migliore di prima. Sotto due aspetti presentasi questo problema, vale a dire sotto quello scientifico e pratico, dovendosi calcolare la resistenza opposta dall' acqua al passaggio di una nave attraverso ad essa, e trovare quella forma che con una data velocità passi attraverso quest' acqua con la minor resistenza, e che dia la maggiore velocità col minor consumo di forza. Due classi di esperienze erano quindi da farsi, l' una per far avanzare le nostre cognizioni sulle leggi della idrodinamica che reggono i fenomeni di resistenza dei fluidi, e l' altra per servire di base alle operazioni della pratica costruzione delle navi: sono i primi gli *experimenta lucifera* ed i secondi gli *experimenta fructifera* di Bacone. Alla prima classe possono riferirsi quelli onde abbiamo parlato sin qui, i quali sono però ben lungi dall' essere sufficienti; ora parleremo di altri che più direttamente alla seconda classe si riferiscono.

Bossut fece una osservazione di tal genere sopra un modello lungo 1^{m},95 e largo 0^{m},53 di un vascello di linea francese. Non indicò quale fosse l' area della maggiore sezione immersa; ma siccome assoggettò altresì all' esperienza un prisma di-

ritto che aveva la stessa area, di uguale lunghezza e con le stesse immersioni, così si può giudicarne per via di confronto. Prendendo adunque per unità la resistenza del prisma, trovasi che in sei esperienze quella del vascello variò da 0,219 a 0,178, e che fu a termine medio di 0,20, vale a dire la quinta parte dell'altra. Siccome il prisma era rotondato sulle facce laterali, così è verosimile che il coefficiente della resistenza fosse al disotto di 1, e quello del vascello per conseguenza minore di 0,20.

L'Accademia delle scienze di Francia fece pure una serie di simili sperimenti con forti spese sostenute dal governo, ed il colonello Beaufoy fece lo stesso nell'Inghilterra con una spesa di 30,000 lire sterline; ma la importanza di tutte queste esperienze era diminuita, perciò che le forme assoggettate ad esse non comprendevano quelle che oggidì si richiedono pei bisogni della costruzione navale, e perciocchè lo stato della scienza non era tale che dalla resistenza di una data forma si potesse dedurre con sicurezza quella di un'altra.

L'associazione Britannica pel progresso delle scienze formò perciò un comitato per istudiare sulla forma delle navi, la relazione dei cui lavori venne letta da Scott Russel alla Società anzidetta nel 1843. Questa relazione riuscì molto voluminosa dandovisi conto di un grande numero di esperienze, e di circa 20,000 osservazioni, fatte su più che 160 navi di varie forme, diligenti disegni delle quali, eseguiti sopra una grande scala, erano uniti alla memoria. Questi sperimenti occuparono gli studi del comitato per un periodo di cinque a sei anni. Non potendo entrare nei particolari di queste estese ricerche daremo conto brevemente degli oggetti avuti di mira da questo comitato, del metodo tenuto nel far le ricerche e

di alcune delle conclusioni più generali cui venne condotto.

Affinchè gli esperimenti avessero un valore pratico, fecersi sopra differenti grandezze, alcuni in angusti canali, altri in larghi, altri finalmente sul mare aperto. Per alcuni impiegaronsi modelli lunghi un metro, per altri di tre metri, per alcuni barche lunghe 8 metri a 25 metri, e per altri finalmente navi lunghe 68 metri e della portata di circa 2000 tonnellate. In tal guisa si potè sperare che gli sperimenti fossero tali da ispirare fiducia pei loro risultamenti. Riguardo poi alle forme delle navi assoggettatevi, erano queste simili a quelle richieste per le mire pratiche della costruzione. Una classe consisteva di alcune forme simili a quelle volute per la navigazione a vapore. Si scelsero piani di navi a vapore della miglior costruzione e di altre di forme più cattive, imitandole sempre con uguali proporzioni, in ugual maniera e con uguale accuratezza, come se si fossero costruite realmente per l'uso, ed insieme con esse se ne fecero alcune di nuove forme. Essendosi trovato una data forma come migliore delle altre, se ne variava la lunghezza prima in una maniera poscia in un'altra, per iscoprire il miglior modo di perfezionarla. Per le navi a vela eransi prese alcune delle migliori forme indicate dal celebre Chapman e trattaronsi in simil guisa, paragonandole ancora alle forme comuni delle navi mercantili ed altre. Nella stessa maniera trattossi la classe delle navi veliere, come gli jacchetti, ed i cutter, avendosi sempre ad oggetto di determinare in date circostanze la maniera di dare una tal forma alla nave da renderla capace di passare attraverso l'acqua con la minor resistenza, con la maggiore velocità e col minimo consumo possibile di forza. Queste osservazioni non si assoggettavano a considerazioni relative ad alcuna teorica, se questa non sorgeva

spontaneamente da esse, indipendentemente da calcoli, nel qual modo comprendesi che vi si assicurava grande autenticità.

I risultamenti ottenuti da quegli sperimenti dimostrarono una legge notabilissima per la quale sembra che ciascuna velocità abbia una forma e dimensioni corrispondenti peculiarmente a questa velocità, e nella relazione vedonsi disegnati e descritti i mezzi di trovare tali forme. Vedesi inoltre quanto sia grande l' influenza della forma di per sè sola indipendentemente da ogni altro elemento e dimensione, in prova di che adducesi il seguente come uno dei più importanti esperimenti. Presersi quattro vascelli, tutti di uguale lunghezza, larghezza e profondità, della stessa area e forma della massima sezione, e tutti caricati con lo stesso peso, producendo uguale spostamento di acqua ed immersione, la unica differenza essendo nel carattere della linee d' acqua. Il numero 1 era di una nuova forma indicata da altri sperimenti, come quella di minor resistenza; il numero 3 era l' antica forma assai prossimamente opposta alla prima; il numero 2 era una forma di mezzo fra queste, e la forma del numero 4, stava di mezzo fra quelle del N.° 1 e del N.° 2. La tavola seguente mostra i risultamenti delle prove di confronto.

Velocità in miglia all' ora	Resistenza			
	N.° 1	N.° 2	N.° 3	N.° 4
3 . . .	10	12	12	11,3
4 . . .	18	22	23	21
5 . . .	28	38	42	35
6 . . .	39	61	72	56
7 . . .	52	96	129	84

Queste differenze mostrano quanto si possa guadagnare adottando una buona forma di costruzione per linee di acqua di una nave, rimanendo uguali tutte le altre circostanze. I metodi e le regole da seguirsi nel segnare queste linee d' acqua e specialmente quella del N.° 1, costruita sulla linea dell' onda, e che risultò la più vantaggiosa, sono spiegati nella relazione con l' aiuto di molte figure che non possiamo qui riportare.

Essendosi fatte questa esperienze in un

paese ove molti si occupano della costruzione delle navi, incominciaronsi gradatamente ad introdurre nella costruzione quelle forme che trovaronsi le migliori per muoversi attraverso l' acqua. Il *Flambeau*, costruitosi sulla Clyde nel 1839, vinse la gara con un vascello di maggiore lunghezza, quantunque avesse la forza di 75 cavalli invece di 120. Nell' acqua tranquilla e poco profonda, la nave di antica costruzione andò a pari col *Flambeau*, ma in un mare alto e profondo la nave di esperimento superò l' altra di due miglia all' ora. Moltissimi altri vascelli vennero costruiti in Inghilterra traendo profitto da quegli studii e adottarono le forme trovatesi con essi più opportune; come, per esempio, il *Great Britain* ed il *Vanguard*, il quale fa il tragitto da Dublino a Cork due ore più presto che nol si facesse dapprima, e venne fabbricato dal medesimo costruttore che fece i modelli pegli esperimenti del comitato dell' associazione britannica pel progresso delle scienze.

Più estese nozioni e particolari sulla costruzione dei vascelli e delle barche ci condurrebbero ad estenderci assai più oltre che non cel consenta il piano dell' opera che compiliamo, e termineremo per ciò cercando di dare un' idea delle forme che sembransi essere generalmente adottate.

Ricorderemo primieramente la minor resistenza non essere l'unico scopo cui dee mirarsi, massime pei grandi bastimenti, dovendosi altresì assicurare, come vedemmo, la loro stabilità, vale a dire il modo di resistere alle forze che tendono ad inclinarli oltre ad un certo limite e capovolgerli: bisogna inoltre renderli atti a portar bene la vele, una forte artiglieria od altro; farli atti a resistere all'agitazione del mare, dar loro capacità sufficiente perchè contengano molti passeggieri o molte merci; spesso è duopo che possano navigare in acque poco profonde; finalmente devono cedere con facilità all' azione del timone. La loro forma quindi, come già abbiamo notato, sarà diversa secondo l' uso cui si destinano; ma nullameno per quasi tutte desiderasi altresì che con lo stesso motore o col medesimo vento possano acquistare grande velocità e presentino quindi poca resistenza.

Fino a verso la metà dello scorso secolo per giugnere a questo scopo, dietro l' idea che convenisse rendere i vascelli, anche quelli da guerra, atti a fendere l' acqua, si ristringevano ed assottigliavano considerevolmente a misura che si andava avvicinandosi all' innanzi ed al basso: ugivasi ugualmente nella parte posteriore per agevolare lo sfogo all' acqua e quasi per equilibrare le due metà del naviglio, giugnendosi alla forma indicata dalla fig. 6 per le sezioni di un vascello di linea costruito verso quel tempo. In appresso diminuironsi questi assottigliamenti ed ebbesi la forma che mostra la fig. 7 che è quella ammessa oggidì più generalmente in Europa. Rappresentossene soltanto la carena, vale a dire quella parte che pesca nell' acqua: quella che s' innalza al disopra, e dicesi *opera morta*, è talora di grande altezza, come si può averne una idea dalla fig. 6. In A della fig. 7 vedesi l' alzata della nave con le varie parti o membrature della ossatura di essa: *a b* ne è la chiglia; *b c* la ruota di prua; *a d* quella di poppa ed M la massima sezione; 1', 2', 3', 4', sono mezze coste del dinanzi; quelle 1, 2, 3, 4, 5, appartengono alla parte posteriore: vedonsi queste ultime nella parte a sinistra della proiezione verticale B in cui le altre sono a destra. Nella alzata A, *e e'* rappresenta la linea di fior d' acqua; *f f'*, *g g'*, *h h'*, sono linee d' acqua, cioè intersezioni della carena in piani orizzontali fatte ai $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{5}$ e $\frac{4}{5}$ della

parta immersa. Veggonsi segnata con le stesse lettere nella mezza proiezione orizzontale C, a mostrano gli assottigliamenti del naviglio verso le due cime, i quali sono tanto più forti quanto più si vanno avvicinando alla chiglia.

Nelle nuove costruzioni mettesi più verso innanzi la massima sezione; le linee d'acqua presentano una forte convessità verso la prua, e terminano quasi in linea retta dal lato della poppa: si dà un maggior slancio di risalto e di curvatura alla ruota di prua e maggiore immersione alla poppa. Vedonsi tutte queste disposizioni nella fig. 8, che rappresenta in alzata ed in proiezione una goletta americana, specie di nave assai propria a camminare velocemente.

Quanto alle barche destinate a correre rapidamente sui canali facendo quattro leghe all'ora od anche più, si dà loro una forma molto allungata, come sarebbe di 21 metri di lunghezza sopra $1^{m},60$ di larghezza, e se ne assottiglia considerevolmente la prua.

All'articolo VASCELLO del Dizionario (T. XIV, pag. 134) ed a quello più volte citato BARCA di questo Supplemento (T. II, pag. 210) si disse come si tentasse fra noi ed in America di fare barche divise in due, o a dir meglio di sostituire ad un solo scafo due barche appaiate e per quali motivi. Non sarà forse discaro ai lettori l'avere alcune più estese notizie sulla storia di queste barche e sulle loro proporzioni.

Più volte nei porti erasi avuto la idea di appaiare due barche, o per dare stabilità maggiore alle navi, o per farle meglio resistere ai colpi di vento ed alle onde. Di là nacquero le navi a doppia chiglia e la stessa idea applicossi alle barche a vapore credendosi utile collocare la ruota riparata nel mezzo di due barche riunite: sulla Senna sussiste da moltissimo tempo un sistema di navigazione mediante due barche accoppiate, note ivi col nome di *margotas*, destinate solo al trasporto delle merci. Nella Germania adoperansi barche appaiate, dette slitte di acqua *(wasser schlitten)*, sugli stagni per la caccia di uccelli acquatici. Si davano varie forme a queste doppie barche, ma sempre tali che terminassero in punta alle cime, e che quella posteriore fosse più aguzza.

Le barche a due doppii coni onde si è parlato nei luoghi adietro citati del Dizionario e del Supplemento sono di simil fatta. Quella a vapore costruita da Burden, che sembra essere stato il primo ad introdurne l'uso in America, era composta di due parti, ciascuna della forma di due coni riuniti per la base e paralelli. Ogni doppio cono era lungo 150 piedi su 8 piedi di diametro nel mezzo, a fatto di legno cerchiato di ferro. Questi doppii coni erano uniti con traverse di legno e il punto più vicino del centro dell'uno a quello dell'altro era di 16 piedi. Una sola ruota, posta nel mezzo fra i doppii coni a mossa da una macchina a vapore, spigneva questi doppii coni che pescavano solo 28 pollici e facevano 20 miglia all'ora mentre le antiche barche a vapore della antica costruzione pescavano 4 piedi e mezzo e la loro maggior velocità era di circa dieci miglia all'ora. La barca del Burden navigava fra Nuova York ed Albany, e venne a perire per accidente prodotto dalla inesperienza di chi la dirigeva. Un'altra barca dello stesso genere, cui Sandford aggiunse miglioramenti notabili, venne costruita a Prescott nel Canadà: era lunga 179 piedi su 54 piè di larghezza e la forma de' suoi cilindri era ellittica, più schiacciata alla base che alla cima. Seguier fece costruire una barca sul sistema di Burden, composta di due doppii coni lunghi 100 piedi. Cavè fece una bar-

ca doppia per la navigazione del canale sulla Somma: differiva dal precedente, perchè aperta nella parte superiore coperta di un tavolato con due chiglie e due timoni: una barca simile venne costruita per la navigazione della Loira fra Nantes ed Angers. Finalmente Castera nel 1818 propose e costruì una barca di simil fatta per gire a diporto sull' acqua.

Nell' articolo Barca di questo Supplemento si è parlato del più opportuno collocamento nelle barche a vapore della macchina e delle ruote, e si è veduto come queste ultime siensi poste talvolta nell' interno stesso della nave, e come altresì in alcune navi francesi dello stato siensi praticati rientramenti sui fianchi per contenere in parte le ruote, ed abbiamo biasimata quella maniera di costruzione (T. II, pag. 209). Uno spiacevole esempio degli inconvenienti di essa ebbesi in una barca costruita su tale principio, creduto nuovo, in Venezia, la quale presentò i difetti di un moto lentissimo e di così poca forza da non poter riuscire a superare una leggera opposizione di corrente contraria e di vento. Oltre in vero agli inconvenienti della resistenza che dee opporre al cammino della barca la superficie sporgente dietro la ruota di questo rientramento, è chiaro che l' acqua stessa cacciata dalle pale delle ruote viene a battere contro questa superficie medesima, sicchè una parte della forza, e non indifferente, agisce a rispignere indietro quella barca che si vuole far avanzare. Si è cercato di rimediarvi ponendo le pale delle ruote alquanto inclinate dal lato loro più vicino alla barca a quello esterno, sicchè spignessero l' acqua obbliquamente verso il di fuori della barca e con ciò scemossi alquanto l' inconveniente sovraccennato.

Oltre alle avvertenze fin qui notate intorno alla costruzione della navi, alcune altre ve ne hanno non trascurabili, le quali si riferiscono alla buona conservaziona della salute di quelli che viaggiano in esse, ed intorno a queste pure faremo brevemente parola.

Uno dei principali oggetti per questo riguardo si è quello dell' approvigionamento dell'acqua dolce necessaria per tutti i bisogni dell' equipaggio. Il trasporto di questa acqua facevasi altra volta in botti di legno il qual metodo presentava grandissimi inconvenienti, e quello principalmente di far sì che l' acqua in breve tempo si alterasse, così da ridursi imbevibile per chiunque non vi fosse costretto dalla più dura necessità. All' articolo Conservazione *dell' acqua* (Tomo VI di questo Supplemento, pag. 52) vedemmo come si sostituissero a queste botti casse di ferro guarentite dalla ossidazione talvolta mediante intonachi opportuni, e come queste casse, oltre che alla migliore conservazione dell' acqua cui deesi attribuire la cessazione quasi assoluta a bordo dei bastimenti da guerra dello scorbuto, il più crudele nemico altra volta dei naviganti, giovassero per le perdite di spazio infinitamente minori che cagionano. Potendo in vero darsi a queste casse la forma precisa del luogo ove si hanno a collocare, guadagnasi tanto luogo quanto sarebbe quello che occuperebbero gli spazii fra le curve delle botti o fra gl' intervalli delle casse stesse se fossero semplicemente quadrate o rotonde.

Un tempo con le navi di legno, per quanto bene si collocassero le botti dell' acqua e le merci, non potevansi impiegare pel carico più che $\frac{9}{17}$ dello spazio che vi aveva nella sentina di un bastimento; $\frac{8}{17}$ erano perduti pei vuoti che lasciavano fra loro le botti, o pegli spazii inutilmente riempiti dalla grossezza del legname adoperato nella costruzione di quelle; ora invece, con casse di ferro che si adattano a pia-

cimento alle forme del naviglio nè abbisognano di molta grossezza per contenere i liquidi, più non si perde se non che $\frac{1}{17}$ dello spazio riserbato per la provvigione dell'acqua. Dapprima in un vascello di fila da 74 cannoni non si poteva imbarcare che una provvigione di acqua per 24 giorni, mentre invece presentemente si può averne per quasi 5 mesi. Questo immagazzinaggio si fa nella parte anteriore della nave.

Senza ripetere quanto si disse agli articoli ACQUA *marina* nel Dizionario (T. I, pag. 188) DISTILLAZIONE *dell'acqua marina* e LIMBICCO in questo Supplemento (T. VII, pag. 49 e T. XVIII, pag. 132) intorno ai mezzi di rendere potabile l'acqua del mare, crediamo utile insistere sui vantaggi che potrebbero ritrarre i naviganti dall'adottare i metodi per giugnere a questo scopo. Avendo dimostrato la esperienza potersi utilmente adoperare questa acqua, la quistione che rimane da sciogliersi più non riguarda se non se la economia, imperciocchè se la proporzione di combustibile necessaria per distillare l'acqua occupasse più spazio di quello che ne occupano le casse stesse per l'acqua, la distillazione non sarebbe un metodo applicabile generalmente. Lo scopo cui dee mirarsi quello si è adunque di modificare gli apparati distillatorii per modo che producano il maggior effetto utile possibile. Agli articoli addietro citati vedemmo fino a qual segno si fosse giunti a questo scopo, e sembra che migliori ancora sieno i risultamenti ottenuti da Cotelle mediante un apparato che dà 10 di acqua per 1 di carbone consumato, e che scioglie in tal modo uno dei punti più importanti della quistione. Il calore perduto può adoperarsi pegli usi della cucina, e permette allora di riunire insieme due apparati che a vicenda si coadiuvano. Alcuni saggi fatti in Francia al ministero della marina diedero vantaggiosi risultamenti e lasciano sperare di condurre a notabili miglioramenti nello stato dei marinai.

In alcune navi mercantili la cucina è stabilita sul ponte, e può allora succedere che essendo il tempo cattivo per varii giorni di seguito non si possano far cuocere gli alimenti, e durante questo tempo sarebbesi privi anche di acqua distillata; ma la quantità che ne somministra un solo apparato durante un giorno permetterebbe di averne copiosa provvigione per bastare a tutti i bisogni. Adottaronsi quasi generalmente per le navi fornelli nei quali uno stesso fuoco serve a tutte le operazioni della cucina ed anche al forno del pane. L'apparato di Cotelle adattasi ugualmente a tutto questo servigio, bene inteso però naturalmente che se una parte del calore s'impiega per la cucinatura delle vivande la quantità di acqua distillata riesce minore per la stessa proporzione di combustibile. All'articolo PANE descriveremo un forno destinato alle navi, il quale sembra presentare parecchi vantaggi.

I metodi per la CONSERVAZIONE delle sostanze alimentari (V. questa parola) furono pei viaggi sul mare un benefizio cui pochi ve ne hanno di uguali; il potersi nutrire con alimenti freschi anche durante i più lunghi viaggi, e avere disponibile una quantità soprabbondante di buona acqua, sono senza dubbio due dei più importanti miglioramenti cui si potesse aspirare.

È facile imaginarsi che negli spazii ingombri di merci o dei varii materiali necessari per l'allestimento delle navi l'aria rinnovasi difficilmente, e che l'alterazione di essa per tante cause diverse giugne spesso a tal segno da divenire nociva. Dee recare sorpresa che col rapido progresso dei miglioramenti recati alle case, e con la

facilità che presentano mezzi facilissimi ad eseguirsi, siasi tuttora così poco avanzati in ciò che riguarda la ventilazione delle varie parti di una nave. Senza entrare adesso nei particolari dei metodi proprii a determinare una corrente d'aria che permetta di penetrare senza incomodo in tutte le parti di una nave, intorno al che si tratterà nell' articolo Ventilazione, faremo osservare che il focolare della cucina e la forza del vento permetterebbero di produrre senza spesa mezzi facili di mutare l' aria sollecitamente. Per provare poi la utilità, ed anzi la necessità indispensabile, di provvedere alla ventilazione di tutte le parti delle navi, basterà citare l' esempio di una che trasportava del concime in polvere il cui equipaggio andò soggetto a varii accidenti che sarebbersi evitati con un buon sistema di ventilazione. Egli è ben vero che di raro presentansi casi di pericolo così urgente per l' alterazione delle sostanze organiche; ma è da notarsi altresì che non si cerca di produrre una forte ventilazione all' interno delle navi se non se quando l' aria al fondo di esse è giunta ad uno stato mefitico tale da non potervisi penetrare impunemente. La cagione per cui si ricorre così difficilmente ai mezzi di ventilazione si è che quelli adoperati sono imbarazzanti e difficili, mentre invece se fossero poco dispendiosi ed agevoli ad impiegarsi si adopererebbero abitualmente. I passaggeri e l' equipaggio, confinati per lungo tempo ed anche per vari mesi in uno spazio molto angusto, non possono far moto nè ricorrere a que' mezzi salutari che tanto giovano in terra; e tanto più importa per conseguenza che abbiano sani ed abbondanti l' aria, i cibi e le bevande. La ristrettezza degli spazii accordati a ciascun individuo e la natura del veicolo non permettono di far uso che di letti sospesi o brande, i quali giovano bensì per rendere meno sensibili i movimenti della nave, ma difficilmente permettono che l' aria si rinnovi intorno al corpo. Se si riflette alle quantità d' aria che si sanno essere necessarie per la facile respirazione (V. Salubrità) reca veramente sorpresa il vedere quanto poco siasi fatto finora per migliorare sotto questo aspetto lo stato dei naviganti.

Un'altra condizione, non meno importante alla salubrità delle navi, si è quella della nettezza rigorosa di esse, ed a questa dee invigilare di continuo il capitano diligente; ma vi ha un altro disordine cui tutta la di lui sorveglianza difficilmente ripara, ed al quale convenne quindi cercare più valido rimedio. Ognuno sa che i bastimenti, dopo qualche tempo di servigio, si trovano popolati di una quantità di animali, la cui presenza è incomodissima, o che qualunque precauzione si usi, è quasi impossibile impedire che vi s' introducano. I topi entrano nel bastimento fino da quando è in costruzione; le formiche bianche sono già nel legname quando è portato sul cantiere; i punteruoli entrano nel bastimento insieme con la farina e col biscotto; le tignuole ed i tarli vi entrano con le stoffe e coi cuoi. Se il bastimento viaggia nelle regioni equinoziali, ad ogni fermata imbarca nuovi animali; con lo zucchero vengono a bordo delle blatte, con la legna da bruciare dei millepiedi e degli scorpioni, e col legno di tintura, se si carica in fasci, si portano nel bastimento anche serpenti velenosi. Ciascuno di questi animali nuoce alla sua maniera, e siccome molte volte ve n' ha un gran numero, cagionano danni gravissimi. Guastano le merci, distruggono le provvigioni da bocca o le rendono disgustose, rodono i legnami, o le vie d' acqua che fanno nascere, se in tutti i casi non pongono il bastimento in pericolo, accrescono almeno di molto le fatiche dell' equi-

paggio, rendendo necessario di ricorrere più spesso alle trombe. Varii mezzi furono proposti per distruggere questi animali, ma niuno bastò a raggiungere interamente lo scopo; finalmente nacque l'idea di purgare i bastimenti introducendovi il vapore dell'acqua bollente, e sembra che l'esito abbia superata l'aspettativa.

Ecco come si procede a questa operazione. Si avvicina il bastimento che porta la macchina a vapore a quello che si vuol nettare; e quando i due bastimenti sono bordo a bordo, non solo si fissano ambidue isolatamente col mezzo di ancore, ma si legano insieme con gomone, di modo che l'uno non possa muoversi senza l'altro. Ciò fatto al coperchio ordinario del foro d'uomo della caldaia se ne sostituisce uno nuovo, il quale porta due tubi di piombo muniti di loro robinetti. Questi tubi, il diametro dei quali è di o^{m},10 a o,^{m}15 vengono introdotti per le boccheporte di poppa e di prua, facendoli discendere fino nella stiva. Le boccheporte, le cannoniere, gli spiragli, tutte le aperture in una parola, devono essere chiuse con ogni esattezza e bene calafatate. Allora si aprono i robinetti e s'introduce il vapore. Comunemente s'impiega un terzo tubo col suo robinetto che scende anch'esso nella stiva, e col mezzo del quale si possono conoscere i progressi dell'operazione. Si può anche disporre una delle trombe in modo che serva come valvula di sicurezza, per impedire che la pressione nelle pareti interne del bastimento sia troppo forte.

Dopo quarantott'ore si cava il fuoco, e quando il corpo del bastimento è abbastanza raffreddato, si aprono tutte le aperture, e possono vedersi subito gli effetti del vapore. È superfluo l'aggiungere che niuno degli animali vi ha resistito; il loro corpo è perfino decomposto, di maniera che le formiche bianche sono trasformate in piccole masse omogenee, simili a grani di sapone, ed i topi e le blatte sono ridotti ad una polpa semiliquida, e che facilmente è trasportata via dall'acqua. L'odore che esalano tutte quelle sostanze animali da principio è fortissimo, ma presto si dissipa ed il secondo giorno si sente appena. Il vapore non nuoce menomamente al legname, ma distrugge la pittura, la quale si aggrinza e si stacca a scaglie. Il cuoio delle trombe riducesi secco e fragile, il calafataggio non ne soffre per niente.

Quando si vuol nettare così un bastimento, si levano quindi prima tutti gli oggetti mobili, principalmente quelli che potessero essere guastati dal vapore, e sarebbe bene anche di togliere l'alberatura; pure siccome questo costerebbe troppo nei bastimenti grandi, si supplisce col rivestire gli alberi di una camicia di tela inverniciata.

Quando il bastimento che si vuol nettare, invece di essere a galla, si trova a secco, come pel carenaggio, l'operazione è abbreviata di più della metà, poichè si trae partito da tutto il vapore, il quale non si condensa, come quando il bastimento galleggia nell'acqua. Oltre alla economia di tempo e di combustibile, il nettare i bastimenti nel cantiere offre anche un altro vantaggio, quello cioè di fare scoprire fino le più piccole vie di acqua, poichè il minimo buco dà uscita ad un continuo spillo di vapore che è impossibile non vedere.

L'applicazione alle navi dei PARAFULMINI, come vedremo a quella parola, contribuisce anch'essa non poco ad accrescere la sicurezza dei naviganti.

Secondo i varii usi cui si destinano le navi, e a dir meglio le barche in generale, esigono desse particolari condizioni che sarebbe tropppo longo l'enumerare. In quelle, per esempio, destinate alla pesca la

natora del carico che hanno a ricevere, quella degli attrezzi per la pesca, e la mancanza di passaggeri, mettono al caso di utilizzare tutto lo spazio per lo scopo principale del viaggio; le navi che vanno alla pesca della balena, destinate a navigare in mari pericolosi, a resistere ad urti violenti in mezzo ai ghiacci, agli animali stessi di cui vanno a far preda, devono essere costruite con grande solidità e provvedute di tutti quei mezzi di attacco e di difesa che esige lo scopo al quale sono impiegate.

Talora eziandio si fanno le barche con qualche mira particolare, così, per esempio, si costruì a Baltimore un naviglio a vapore foggiato in modo da rimorchiare gli altri bastimenti, ed aprirsi una via frammezzo al ghiaccio, quando questo sia di impedimento alla libera entrata ed uscita delle navi dai porti. Vennegli dato nome il Soccorso, e si cominciò ad adoperarlo nei primi giorni del 1835 con felice successo, dopo un freddo che durò una settimana, e fu sì intenso che non erasi da molti anni provato l'eguale.

Nel primo giorno il Soccorso uscì del porto avendo a rimurchio un brick, e con grande stupore dei molti che erano accorsi allo sperimento, roppe il ghiaccio della spessezza di oltre un piede parigino ($0^m,325$) ed aprissi per mezzo di esso una via. Di là trasse ad Armapoli, il cui porto era, come il primo, chiuso dal ghiaccio; e ciò nulla di meno entrò anche in questo. Il dì seguente uscì dal porto di Armapoli, avendo a rimurchio il bastimento a vapore detto il Colombo, diretto alla volta di Norfolk, e con questo dietro di sè rientrò nel porto di Baltimore la sera stessa. Due giorni dopo il Soccorso ritornò verso Armapoli, rimurchiando non più un bastimento solo, come la prima volta, ma bensì un traino di quattro, tutti in fila, nel quale incontro si ebbe altresì una prova che quella nave, nell'atto stesso che riusciva ad aprirsi un passaggio frammezzo al ghiaccio, valeva ancora a trarsi dietro alcune navi.

Il dinanzi di questa nave era di forma sensibilmente piatta e sporgente; la carena si avvicinava per la sua forma ad una cucchiaia; tal che quando la macchina si poneva in moto, questa parte del naviglio, invece di urtare contro il ghiaccio, vi passava sopra. Le ruote a pale poi erano costruite di legno e di ferro, e dotate di una forza straordinaria. Allorquando queste venivano in contatto del ghiaccio, lo spezzavano con facilità, e quindi procedeva innanzi il naviglio, la cui parte anteriore scorreva sopra il ghiaccio, che incontrava; questo ghiaccio cedeva poi al peso del bastimento e scappava sotto di esso.

Altre barche servono talora a tagliare le piante palustri che crescono sul fondo dei canali o di alcuni fiumi, ed altre in America sono costruite con particolari avvertenze e meccanismi per difendersi dai grossi legni che la corrente di alcuni di que' grandi fiumi trasporta con impeto. Un singolare esempio di adattamento delle barche alle circostanze speciali in cui hanno ad usarsi, si ha nello spediente che segue.

Nella Scozia, sul canale di Glasgow e di Paisley, navigano barche a vapore leggerissime, ma di grande lunghezza con la velocità di 9 miglia (miriametri 1,33) all'ora. Wye Williams volendo applicare questo sistema ai canali d'Irlanda, si avvidde che i sostegni non ammettevano barche di lunghezza maggiore di 20 metri. Per riparare a questo ostacolo fece una barca di ferro lunga 26 metri e larga 2 metri, la cui poppa e la prua, lunghe ciascuna $3^m,250$, sono attaccate alla barca con forti cerniere in modo da rialzarsi prontamente con un verricello, trovandosi al-

lora la barca ridotta a 20ᵐ per passare nel sostegno. Questo sistema dicesi essere perfettamente riuscito, facendosi la manovra con facilità e senza scosse, ed il passaggio pei sostegni avendo luogo assai prontamente. La barca può ricevere sessanta viaggiatori.

La buona costruzione di una nave, l'abilità del capitano che la comanda ed il curaggio dei marinai, non possono preservarla sempre dai pericoli inerenti alla navigazione. Assalita dalla burrasca, gettata in mezzo agli scogli, spesso privata dei suoi mezzi d'azione per la perdita di alcune parti importanti del suo armamento, non rimane ai passaggieri ed all'equipaggio altro mezzo di salute che l'abbandono della nave medesima; a tal fine ciascuna nave porta seco parecchie barche le quali servono altresì pel trasporto dell'equipaggio e dei passaggeri dalla nave ad un'altra ud a terra, quando è nel porto. Sono queste schifi leggeri, destinati unicamente alla comunicazione in mare, a correre in soccorso di quelli caduti in acqua ed a portare ordini o dispacci; caicchi propri a vari usi pel servigio a bordo dei bastimenti, e grandi palischermi destinati al trasporto di munizioni e dell'equipaggio in caso di bisogno. Agli articoli Barca *di salvamento* e Naufragio abbiamo veduto come siensi proposte per maggior sicurezza barche rese insommergibili o per la natura del materiale onde sono formate o per capacità vuote praticatevi, e come lo Smith suggerisse di adattare alle navi a vapore due barche le quali servano di cappello alle ruote e si possano prontamente gettar in acqua. A compimento di quanto si disse su queste ultime, dette *barche-tamburi*, aggiugneremo qui una più estesa descrizione di quelle adottate dalla marina britannica.

La parte inferiore a fissa dei tamburi presenta nella seziona orizzontala una apertura il cui contorno sagliente è abbracciato da una barca capovolta. Dalla larghezza dei tamburi, viene dedotta quella della barca, la pressochè uguale della barca, la sua larghezza e profondità. Lo scafo di queste barche, costruito con doppii madieri obbliqui che s'incrociano ad angolo ottuso, riesce leggero ed in pari tempo solido e resistente. Le loro chiglie e roote non sorpassano all'esterno i madieri. La poppa essendo configurata similmente alla prua, conservasi la simetrica disposiziona del corpo dei tamburi rispetto all'asse trasversale. I banchi, pagliuoli, ed altri tavolati sono mobili, le ruote a pale dovendo rivolgersi entro la cavità del guscio.

Queste barche sostengono bene il mare, possono sole ricoverare l'intero equipaggio di un piroscafo da guerra, e si prestano molto vantaggiosamente allo sbarco delle truppe, al carico ed allo scarico della merci e del combustibile.

Per quello poi che riguarda i mezzi di gettare all'acqua o ritirarne queste barche, due gru di ferro, simili a quella che si adoperano per sospendere le lancie, sono fissate a debita distanza sull'opera morta nel sito che corrisponde ai tamburi. La loro teste curva s'innalzano in modo da permettere la mezza rotazione che far dee la barca intorno al lembo esterno dei tamburi per rovesciarsi. Sullo stesso lembo esterno, nel piano delle dette grù, sono stabilite due spranghe, pure di ferro, con isnodatura per poterle alternativamente lanciare fuori dai tamburi, o ripiegare sopra di essi. Queste spranghe sono tenute in posizione orizzontale da rami di catene che, partendo dalle loro estremità, vanno alle carrucole adattate alle teste delle grù. Ai due terzi circa della loro lunghezza, misurati dal pernio della snodatura o cerniera, sono foggiate a guisa di taglia per contenere due raggi sopra uno stesso perno, i quali fanno parte di

due paranchi che servono a sospendere fino a poca distanza dalle stesse spranghe la barca supposta nell' acqua. Le corde dei paranchi passano poi per altre carrucole a tal fine disposte sul corpo delle gru. Il motivo per cui il punto di sospensione è tenuto così lontano dall'esterno dei tamburi si è per agevolare l' ascesa e discesa della barca, ed ovviare agli inconvenienti che succedere potrebbero per l' agitazione del mare.

Sospesa una volta la barca, per ridorla al suo posto, cioè a contatto dei tamburi, conviene passare delle rizze per alcuni anelli fissati all' uopo. Tra questi, otto appartengono alle spranghe disposti lateralmente due a due per ogni estremità, ed otto se ne trovano sui fianchi interni della barca in posizione relativa ai primi. Per tal modo le spranghe formano un solo tutto, col corpo della lancia che trattasi di capovolgere. Si agisce allora sopra le catene fino a che le spranghe acquistino posizione pressochè verticale, la quale, acciò non sia oltrepassata dando una scossa dannosa, si presentano due puntelli alla barca che le servano d' appoggio, e che l' accompagnino nella discesa quel poco tratto necessario alle catene per mettersi di nuovo in azione; dopo di che tolgonsi del tutto, e si fa dolcemente inclinare la barca fino alla base dei tamburi, accompagnandola con le catene. Per facilitare lo scorrere dei pontelli ed in pari tempo guarentire la coperta, si guernisce il loro piede di una specie di zoccolo a spigoli ritondati.

L' esercizio conduce ad eseguire questa manovra con grandissima sollecitudine.

Nello stesso articolo Naufragio, non che in quelli Gavitello e Bomba, si parlò di altri mezzi di salvamento posti in opera per le navi, ed è ormai favorevole generalmente la opinione sulla utilità di questi mezzi d' aiuto. Opponevano in vero alcuni che la sicurezza di avere una via di scampo poteva essere cagione che l' equipaggio vi ricorresse prime di aver fatto tutti i tentativi possibili per salvare la nave; ma d' altra parte si può rispondere che la certezza di trovare uno scampo quando non vi è più mezzo assolutamente di rimanere sopra una nave che pericola in mezzo al mare dee sostenere il coraggio ed animare gli sforzi dei marinai avezzi a lottar coi pericoli, e che questa certezza può avere la più utile influenza sui passaggeri, impedendo che un timor panico tolga loro di tentare quegli sforzi coi quali possono rendersi utili e contribuire al comune vantaggio.

(Goguet — Desnos — Filiasi — Plucha — Luca Hebert — E. Lahure — Fairbairn — Giovanni Pozzi — Pridéaux — Marestier — R. Mariotte — Ch. Laboulaye — Giacinto Amati — L. Mazzucchelli — Hood — D'Aubuisson — Scott Russell — G.**M. — *Dictionnaire de l' industrie.)*

Nave *da gabbia*. Dicesi quella che ha una o più gabbie, a differenza delle navi minori che non ne hanno alcuna.

(Giunte padovane al Voc. della Crusca.)

Nave *incendiaria*. Si dà questo nome, od anche quello di *brulotto*, ad una macchina infernale marittima, ed è una vecchia nave carica di materie combustibili e fuochi artifiziati, munita di grappini per afferrare ed ardere i legni nemici. È opinione che i Tirii ne fossero gl' inventori, e Curzio dà la circostanziata descrizione di quella con cui distrussero la mole eretta da Alessandro; ad ogni modo è certo che gli antichi ne conoscevano l' uso, ed erano forse più destri di noi nel valersene.

Benchè non possano assegnarsi regole fisse per la preparazione di tali navi, essendo queste modificate dalla natura dei

mezzi e della specie dei legni di cui si può disporre, pure giova parlare dell' armamento regolare di una di esse per desumere da quello utili norme applicabili ai casi straordinari.

Fra i diversi oggetti incendiarii di cui vanno guernite siffatte navi o brulotti sono da notarsi principalmente i seguenti:

La salsiccia che è una manica lunga e stretta di tela incatramata piena di zolfo, salnitro e polverino, la quale, collocata in un canaletto di legno chiamato *truogolo*, conduce rapidamente il fuoco da un punto all' altro.

Fastelli o scope artifiziate, sono fasci di minuti rami di sementi e copponi ben secchi legati insieme ed intrisi di composizione infiammabile.

Le cravate incendiarie le quali prendono tal nome dell' essere striscie di tela d' invoglio imbevute di ugual composizione, perchè destinate a fasciare le sartie e le principali manovre del legno.

Il pennacchio, cioè una manata di canapa stretta nel mezzo da un legaccio ed impregnata di composizione ignea.

La composizione più volte ricordata consiste per lo più di

Resina	20 parti
Zolfo	15
Pece	10
Sevo	8
Polverino	2.

La trementina, il salnitro, il catrame, la canfora, l' alcole, l' olio di lino, quello di noce e simili, trovano luogo sovente in tale mistura in dose variabile.

I barili ardenti contengono catrame, sego, polvere ed altre materie combustibili, cui si aggiungono soffioni e granate cariche, per aumentare l' azione del fuoco ed offendere maggiormente il nemico.

Affinchè poi un brulotto entri rapidamente in piena combustione, si richiedono le preliminari preparazioni che andremo indicando.

La camera incendiaria stabilita fra i ponti è terminata a poppa da un tramezzo dietro l' albero di maestra, da cui procede fin presso la prua. Ad un leggero impalcamento quivi costruito viene raccomandata una serie di truogoli che spingonsi da un capo all' altro della camera e sono intersecati in più punti da altri truogoli trasversali. Sui due fianchi della camera si praticano da sei a sette fori quadrilateri chiusi da portelli ingangherati sulla soglia inferiore, ai quali sta rivolta la bocca di altrettante scatole cilindriche di ferro caricate di polvere granulata e di un tappo cacciatovi a forza, ed innescate con un lucignolo che matte capo nel truogolo contiguo. Quattro tubi di legno detti *docce da fuoco*, che partendo dalle sartie di maestra e trinchetto entrano nella camera incendiaria, conducono alle sartie stesse la fiamma emessa dai barili ardenti cui sovrastano. Fra le docce da fuoco si aprono due piccole boccheporte, oppure si schiodano alcuni madieri del ponte. Tutte queste aperture sono praticate ad oggetto di prevenire gli effetti della subita e violenta rarefazione dell' aria, e di offrire in pari tempo ampia uscita alla fiamma, affinchè possa invadere l' esterno, le opere superiori e la manovra del bordo. Per ultimo sui fianchi della nave, a poppa della camera incendiaria, vengono aperte due porte di ritirata per la gente, affinchè possa agevolmente imbarcarsi nel caicco assicurato con catena alla poppa.

Giunto l' istante di far uso della nave incendiaria, si dispongono sopra coperta e sui pennoni grappini d' ogni specie, altri fissi immediatamente, altri trattenuti da una catena e che si gittano a mano per aggrappare l' attrezzatura ed il corpo del legno nemico; indi si guer-

niscono i bagli, le murate e l'alberatura di oggetti incendiarii, si dissemina sui ponti e sui truogoli della polvere, con l'avvertenza di non ammonticchiarla e di gettare in acqua il soprappiù per evitare uno scoppio; si spargono granate e bombe cariche, e si collocano ne' siti opportuni barili ardenti e pentole di fuoco, poi si ungono i fuochi artifiziati, l'interno e l'esterno del legno, gli alberi e simili con olio di trementina, e si colloca nelle diverse ramificazioni dei truogoli la salsiccia, che forando la parete della camera incendiaria dee corrispondere con le sue estremità alle porte di ritirata.

Riuscito felicemente l'abbordaggio, la gente s'imbarca nel caicco per la porta di ritirata opposta al nemico, ed il capitano, che essere dee l'ultimo a lasciare il bordo, accende la salsiccia, scioglie la catena che ritiene il caicco e prende il largo.

La destrezza, la calma e l'audacia di uomini risoluti non bastano ad assicurare il buon esito di tale manovra, essendo facile al nemico di premunirsi e respingere l'attacco di cosiffatti legni, le cui intenzioni riescono palesi fino dall'istante in cui possono appena scorgersi.

In addietro queste navi formavano parte essenziale delle forze navali di una nazione, e vi avevano uffiziali nella marineria distinti col nome di *capitani di brulotto*. Questa carica venne abolita, e l'odierna tattica considera questi legni soltanto come aiuto occasionale, ed al bisogno si trasforma un piccolo naviglio in brulotto, valendosi dei mezzi opportuni.

Adoperasi una specie di barche incendiarie anche nella guerra terrestre e servono a distruggere per esplosione i ponti gettati sopra i fiumi, e recare danno alle opere del nemico. La polvere è rinchiusa in una specie di fornello da mina costruito di pietra, ed un lucignolo od altro congegno regolato a prestabilito intervallo di tempo vi comunica il fuoco; contengono inoltre fuochi artifiziati e bombe cariche. Queste barche sono scortate ad una certa distanza dalle opere del nemico poscia abbandonate alla corrente, pel che il più delle volte scoppiano senza effetto.

(G. Zescevich.)

Nave *innaufragabile, insommergibile*. V. Barca, Naufragio.

Nave *sotto-marina*. La costruzione di navi atte a camminare sotto la superficie dell'acqua venne più volte proposta, e vari metodi per ottenere questo oggetto si posero quindi in pratica più volte con qualche successo, e quantunque i motivi che spignevano a questi tentativi non fossero in generale molto lodevoli, pure è certo potersi in alcuni casi trarre molto vantaggio dalla facoltà di navigare sotto acqua.

Se al sopraggiugnere di una burrasca una nave potesse ammainare le sue vele e discendere nel profondo dell'Oceano, per risalire dappoi allorchè si fosse ristabilita la calma, i pericoli della navigazione sul mare sarebbero di certo considerabilmente diminuiti. Avvi ragione di dubitare però che non insorgano pericoli di altro genere i quali superino quelli delle burrasche, oltre che nelle acque non molto profonde la cosa riuscirebbe impraticabile. Quand'anche poi si potesse in tal guisa ottenere una sicurezza assoluta dalle cause ordinarie di pericoli non si giugnerebbe a ciò che con molti sacrifizi di tempo, di spazio e di comodo, i quali allontanerebbero molti dal ricorrere a questi mezzi.

Alcuni scrittori del Medio-Evo fecero qualche cenno di navi sotto-marine, ma in modo assai vago e parlandone piuttosto come di cosa possibile a farsi che come di espediente già praticamente eseguito; alcuni entrarono in maggiori particolarità, ma i loro racconti sono ugualmente capricciosi e solitamente ne costituiscono l'eroe Alessandro il Grande o qualche

altro insigne personaggio dell' antichità. Verso il secolo XVI cominciansi a trovare notizie più positive: assicurasi che a quel tempo i abitanti della Ucrania accostumavano servirsi di tali navi per isfuggire alla galere dei Turchi donde erano insegniti frequentemente. Poco dopo si ha più particolareggiata notizia di una nave sotto-marina. Cornelio Drebbel, meccanico e scrittore di qualche fama a quel tempo, costrui, come si disse all' articolo Barca del Dizionario (T. II, pag. 350), in Londra una nave la quale viaggiò sotto la superficie del Tamigi, conteneva 12 remiganti oltre ai passaggieri e dicesi che in un incontro il re Jacopo I entrasse nella nave egli stesso, per essere testimonio della esperienza. Per rendere più mirabile la storia abbiamo veduto nel luogo sopraccitato come si pretenda, dietro quanto narrasi da Boyle, che Drebbel avesse trovato un liquido per tornare sana l' aria viziata dalla respirazione così da permettere di rimanere sotto acqua quanto a lungo volevasi. Se ciò fosse stato vero la scienza chimica del Drebbel sarebbe stata ancora maggiore della sua perizia meccanica; ma se si giudica dalle attuali cognizioni di chimica non si può dubitare che il Boyle fosse male informato in tale argomento: probabilmente il liquido non era che un pretesto per nascondere il vero modo di ottenere dell' aria da tubi, i quali venivano ad aprirsi al di sopra della superficie dell'acqua. Nel 1644 Mersenna parlando di questa nave dice « si sa essersi costruita nell' Inghilterra da Cornelio Drebbel una nave che nuotava sotto acqua; » ma benchè dica delle lastre di talco e di corno per dare luce a queste navi, e proponga un tubo di cuoio per ammettervi l' aria, nun parla del liquido di Drebbel, quantunque fosse abbastanza credulo per ammetterlo senza difficoltà se ne avessa udito parlare.

Il trattato di Mersenna sulla navigazione sotto-marina fa parte di un' opera molto curiosa che parla quasi di tutto. Dice potersi fare la nave di qualche metallo o di legno, scorrendo con ruote sul fondo del mare, o movendola con remi quando il mare è troppo profondo. Insiste sulla sicurezza di tali navi contro le burrasche la forza delle quali egli dice non estendersi a maggiore profondità di tre o quattro piedi; nota potersi dare a questa nave la forma di un pesce, ma simile alle due cime; che i remi avrebbero ad essere con larghe pale e da potersi facilmente girare, così da spignersi la nave innanzi o indietro, all' insù od all' ingiù. Egli crede che si potesse rimanere per un mese in una nave così fatta, macinandovi il grano con mulini a braccia, cuocendovi il pane ed altre vivande e trasportando merci e manifatture. Poco prima dice eziandio che si potrebbe colonizzare il fondo del mare e dimorarvi tutta la vita, e non dubita che i coloni non avessero ad imparare col tempo ad uscire dal mare quando occorresse per procurarsi alimenti e l' aria pura necessaria. « Quanto facile, egli esclama, sarà di giugnere in questa maniera al polo meridionale e settentrionale, mentre come ben si sa il mare non agghiaccia mai sul fondo ». Dopo ciò prende un volo più ampio e pensa non essere impossibile che col tempo l' uomo possa divenire come i pesci e vivere anche senza aria, quantunque ammetta essere dubbia tale possibilità; ma cita ad esempio i danzatori da corda e giocolieri, ai quali la pratica insegna di fare molte cose che a bella prima sembrano ugualmente impossibili, e le quali non avrebbe creduto se non le avesse vedute egli stesso. « Noi sappiamo, egli dice, che i polmoni non possono essere alimentati dall' acqua, e che l' uomo non possa vivere senza l' aria come lo possono i pesci; ma forse che l' aria mesciuta

con l'acqua potrebbe servire a tal uopo ». Marsenna scrive bene spesso come se avesse realmente fatto una gran parte delle cose intorno a cui parla; ma alcune altre sue espressioni mostrano non aver egli mai veduto una nave sottomarina.

Alcuni anni dopo di Marsenna il vescovo Wilkins pubblicò la sua magia matematica, nella quale parla della navigazione sotto-marina sullo stesso stile di Marsenna. Sembra che lo scopo suo principale sia stato il ritrovamento degli oggetti perdutisi nel caso di naufragio, ma i suoi successori hanno generalmente cercato di produrre una macchina guerresca che potesse farsi avanzare secretamente sotto una nave e la facesse balzare in aria con la polvere da cannone.

Nel 1663 un francese espose a Rotterdam un bastimento sotto-marino da lui costruito, della lunghezza di 32 piedi (10^m circa). Verso il 1730 Desaguliers fece la prova di una nave sotto-marina per minare un vascello nel Tamigi, ed una prova analoga fecesi nel 1777 dall' americano Bushnell sul fiume dell' Awara. La sua barca quale la descrive era costruita con grande semplicità. Lo scafo di essa poteva essere paragonato ad una testuggine, ma somigliava piuttosto ad una noce gigantesca solo un poco schiacciata. Era fatta di metallo, rinchiusa da tutte le parti, eccettochè avava un foro pel quale entrava lo sperimentatore, e che chindeva dietro di sè. Non vi era alcun modo di procurarsi aria dalla superficie, così che era necessario uscirne tosto che l' aria erasi consumata. Facevansi tutte le operazioni necessarie mediante spranghe che passavano a tenuta d' aria attraverso i fianchi. Una di queste spranghe moveva una specie di remo a spirale fatto come i vermi di una vite eterna, che usciva in direzione perpendicolare alla barca, sicchè girandolo in un senso o nell' altro si alzava od abbassava; un' altra spranga girava un remo simile posto orizzontalmente, che faceva camminare la nave all' innanzi o all' indietro; tutta poi la macchina riducevasi di una gravità specifica uguale a quella del mezzo in cui era immersa, aprendo un robinetto per ammettere dell' acqua la quale potevasi cacciar fuori mediante una tromba premente. Un manometro indicava la profondità cui era giunta una nave, ed una bussola la direzione in cui camminava; siccome poi una candela avrebbe consumato troppa aria, eransi posti alcuni pezzetti di fosforo vicino a quegli stromenti per vederne la indicazione. Al fondo della macchina era attaccato molto piombo per servire di zavorra, e circa 200 libbre di esso potevano staccarsi col girare di una vite, per lasciare libera la nave d' innalzarsi rapidamente alla superficie dell'acqua nel caso di pericolo per mancanza di aria. Eranvi alcune altre disposizioni per varii oggetti e l' intera costruzione presentava una semplicità certo di molta importanza; alcuni accidenti però avvenuti nei primi sperimenti con questa nave la fecero abbandonare.

Nell' articolo Barca addietro citato descrivemmo la costruzione di quella fatta eseguire da Fulton e da lui chiamata Nautilo ed a questa parola diemmo intorno ad essa alcune altre notizie. Parimente all' articolo Barca medesimo si riferirono i particolari relativi agli esperimenti fatti all'Hawre dai fratelli Coessin.

Nel 1816 morì Fulton mentre stava fabbricando un vascello chiamato *Mute*, che doveva tuffarsi soltanto a fior d' acqua. In esso un uomo, sporgendo la testa fuori dal cassero, avrebbe indicato il cammino. Con questo vascello si poteva di notte innoltrarsi fra le nemiche flottiglie e distruggerle con una specie di cannoni corti, con palla da cento libbre, dett-

colombiadi. Lo stesso Fulton aveva con questi provato a colpire un tavoleto di legno rivestito di rame della grossezsa consueta di quello adoperato per la fodera dei bastimenti, e lo aveva franto e minute schegge.

Il capitano Johnson ripetè in Inghilterra le sperienze del Fulton che riuscirono perfettamente. Un giorno essandosi con le sue navi tuffato nelle acque del Tamigi per andare e sospendere alle catene di un bastimento smontato un petardo, stava per ritirarsi, dopo avere attaccato il petardo; quando l' ancora del suo naviglio andò ad imbarazzarsi nel canape di un bastimento in costruzione e restovvi aggrappata. Johnson vedutosi in quel frangente, trasse di tasca il proprio oriuolo e disse al marinaio che lo accompagnava « non ci restano che due minuti da vivere, se non possiamo sbrigarci da questo impiccio, poichè il petardo sta per iscoppiare. » A quelle parole il marinaio giovine ed ammogliato da pochi giorni, si diede a piagnere e a disperarsi, e Johnson, senza scomporsi, soggiunse: togliti l' abito e adoperalo per chiudere il foro che sto per fare. » In quell' istante forò il naviglio e sporto all' infuori il braccio armato di un' ascia, tagliò d' un colpo il canape a cui s' era attaccata l' ancora e si liberò ». Ere appena lontano un trarre di fionda che il petardo scoppiò, ed il bastimento cui ere stato sottoposto andò in mille pezzi.

Questo ardito meccanico concepì il pensiero di far uso di un vascello sotto-marino per liberare Napoleone dall' isola di Sant' Elena. Ingenti somme gli furono offerte se avesse potuto riuscire, ed al momento della sua partenza dovevano essergli pagate quaranta mila lire sterline. La nave dello Johnson che erasi costruita sul Tamigi era lunga quasi cento piedi e fatta in mudo da mantenersi a livello della superficie o poco al di sotto di essa. Proponevasi che la nave dovesse avvicinarsi a Sant'Elena verso sera, e tenersi celata fino a che l' illustre prigioniero fosse informato della vicinanza del suo liberatore. Ritenevasi che sarebbe stato facile riceverlo immediatamente sulla nave, e partire con esso verso gli Stati-Uniti. Questa nave era quasi terminata allorchè il governo britannico venne ad essere informato dell' uso cui si destinava. Venne pertanto sequestrata, e la morte di Napoleone, avvenuta verso quel tempo, mandò a vuoto interamente il progetto. Lo stesso Johnson erasi occupato altre volte nel fare alcune esperienze per distruggere la flotta francese a Cadice; ma lo scioglimento delle Cortes mandò a vuoto la sua intrapresa.

Montgery, capitano francese di marina, inventò pure alcuni anni or sono un nuovo bastimento sotto-marino, da lui chiamato *invisibile*. Presentava nella sua ossatura la figura di un vascello a vapore; era lungo ottantasei piedi, largo ventitrè e profondo quattordici; la parte superiore erane rastremata, come le carena, al l' oggetto di agevolare le manovre sotto acqua; il cassero era coperto da cristalli a mezze sfere, a modo di grosse lenti, per introdurre la luce nell' interno del bastimento; sul ponte vi avevano quattro alberi, due alla poppa, uno in mezzo, che era l' albero maestro, ed uno di bompresso. Il bompresso rientrave a saracinesca entro el corpo del bastimento, e gli altri alberi si ripiegavano sul cassero. L' interno del bastimento era diviso da un impalcatura orizzontale che presentava diversi scompartimenti, ove si collocavano le munizioni, i viveri, l' aequa e l' aria che occorreva per respirare. Ai fianchi del bastimento eranvi due grandi ruote, come quelle delle barche a vapore, ma e pale flessibili in un senso rigide nell'altro, senza

del che non avrebbero potuto dare alcun moto alla barca essendo interamente sommerse; queste ruote giungevano sino al livello della carena, ed aveavi un' altra ruota alla poppa, col che s' imprimevano tutti i movimenti che si volevano al bastimento. Due tubi di ferro si alzavano verticalmente sul cassero, e si potevano raccorciare e allungare a modo dei cannocchiali: questi tubi finivano in una calotta sferica forata con quattro bochi, i quali erano chiusi da valvule che si aprivano appena cessava la pressione dell' acqua, e si chiudevano tosto che trovavansi sull' acqua. Questi tubi si allungavano sino a che giungessero fuori di acqua e di là si traeva al bisogno l' aria respirabile. Vi avevano poi serbatoi di aria condensata per supplire ai tubi i quali servivano di ventilatori nel caso sgraziato in cui questi non fossero più atti al servizio: i serbatoi fornivano tanta aria che bastasse per quindici ore.

Questo bastimento era armato da quattro columbiadi, le quali erano collocate in faccia ad una finestrella che corrispondeva esattamente alla loro bocca chiusa da una valvula che impediva all' acqua di penetrarvi. Il cannone si caricava a bocca-porta chiusa, sulla carica mettevasi un turacciolo di stoppa inzuppato di grascia: quando si dava il fuoco al cannone s' apriva la valvula, e la palla andava a forare sotto acqua i fianchi dei vascelli nemici. Questo vascello del Montgery era inoltre munito di razzi sotto-marini, di petardi e di materie incendiarie che potevano venire slanciate dai suoi cannoni.

(*The Penny Magazine — Manuale di conversazione.*)

NAVICABILE, NAVICABILITÀ. V. Navigabile, Navigabilità.

NAVICAZIONE. V. Navigazione.

NAVICELLA. Dicesi per similitudine ad ogni sorta di vaso fatto a foggia di nave e specialmente di quello in cui si met te l' incenso da porre nel turribolo nelle chiese. (Alberti.)

Navicella. Lamina traforata, che s' introduce nella pesciaiuola per poggiarvi sopra il pesce, e cavasi poi mediante due magliette o prese per levare il pesce quando è lessato senza che si rompa: dicesi anche *anima*.

(Giacinto Carena.)

NAVICELLATA. Quanto può portare in una volta una navicella.

(Alberti.)

NAVICHIERE. Quegli che traghetta con barche o navi nei fiumi, e dicesi anche *navalestro*.

(Alberti.)

NAVICOLARE. Dicesi nelle scienze di quelle cose che hanno forma di navicella. (Bertani.)

NAVIGABILE, NAVIGABILITÀ. Dicesi nel significato d' indicare la proprietà che ha un fiume, un canale o simili di poter essere percorsi dalle navi od anche talvolta da altre barche minori. Essendosi parlato abbastanza negli articoli Canale del Dizionario (T. III, pagina 321) e di questo Supplemento (T. III, pag. 298) dei vantaggi che possono ritrarre i paesi delle vie navigabili poste nell' interno di quelli, e dato altresì una breve statistica della condizione di così fatti lavori presso diverse nazioni, rimetteremo i lettori senza più a quell' articolo, come parimenti rimanderemo agli articoli speciali per ciascuna delle parti accessorie dei canali e dei fiumi, quali sono i Bacini, i Porti, i Sostegni e simili, e qui vedremo soltanto quali sieno queste diverse vie di comunicazione.

Quelle naturali si distinguono in fiumi navigabili propriamente detti ed in fiumi semplicemente fluitabili.

Diconsi *navigabili* quei fiumi che portano barche pel pubblico servigio; appar-

tengono per ogni riguardo al pubblico dominio, ma soltanto fino al punto ove possono risalire le barche destinate ad agevolare i trasporti commerciali ed a servire di trasporto degli uomini e delle derrate da un luogo all' altro: servono di vie per acqua, come le strade fanno l' offizio di vie di terra, e vi si applicano in generale le stesse misure dalle autorità.

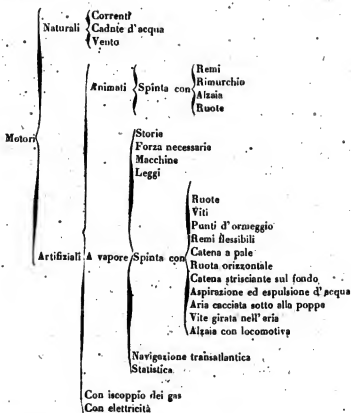
I fiumi *fluitabili* semplicemente sono quelli che, senza poter portare barche propriamente dette, servono tuttavia a trasportare i legnami, o in zattere oppure a ceppi perduti, e si annoverano per conseguenza in questa classe anche i semplici ruscelli quando servono a questo pubblico uso. Tuttavia le correnti d' acqua fluitabili si devono suddividere in due distinte categorie, comprendendosi nella prima quelle ove si trasportano per fluitazione i legnami a grandi quantità, riuniti e legati in zattera, a questa specie di correnti appartengono per tutti i riguardi al pubblico dominio, come i fiumi navigabili. La seconda categoria comprende quella dei fiumi od anche dei grandi ruscelli nei quali non si possono fluitare se non che ceppi sciolti, gettandovisi pezzo a pezzo i tronchi d' alberi da bruciare per farli discendere fino ai porti ove si costruiscono steccaie per trattenerli e toglierli dall' acqua. In generale queste ultime acque rimangono al dominio privato dei proprietari delle sponde di essi per tutto ciò che non riguarda il trasporto di questi legnami.

(De Rambuteau.)

NAVIGATO. Dicesi di quei vini od altri liquori i quali hanno subìto un trasporto piuttosto lungo sul mare.

(G.**M.)

NAVIGAZIONE. Quantunque importantissimo sia per sè stesso questo argomento, a segno tale da formare una scienza a parte, vale a dire la *nautica*, la quale coadiuvasi delle matematiche principalmente, imparando da quelle a dirigere con sicurezza il cammino delle navi in mezzo alle vastità dei mari, senza alcun punto di riscontro o di mira; a sapere ad ogni momento il sito dove si trovano, la posizione delle terre cui sono dirette o di quelle che vogliono evitare, la distanza ed il luogo dei porti meno lontani in cui possono trovare un rifugio; malgrado tutto ciò, diciamo, non può questa di per sè stessa formar parte della presente opera. Abbiamo qui a considerare la navigazione sotto aspetto assai più limitato, e vale a dire in quanto ai mezzi coi quali si effettua, cioè agli agenti che fanno progredire le navi, argomento il quale forma parte essenziale delle arti meccaniche, e cui questa prestano immensi servigi, così che non crederemmo senza colpa poter passare sotto silenzio un ramo tanto interessante delle tecnologiche discipline. Il quadro seguente mostra il piano dell' articolo e spiega a colpo d' occhio meglio di quanto potessimo dire come è nostra intenzione di trattare un tale soggetto.

Storia
Resistenza al moto
Misure velocità
Direzione

Statistica

Storia.

Siccome nell'articolo Nave diedesi un breve riassunto dei principii e dei progressi fatti dall'arte del costruttore presso i varii popoli, così non sarà fuor di luogo premettere a questo brevi cenni sulle origine e sui progressi della navigazione, in riguardo particolarmente all'aspetto sotto cui la consideriamo nel presente

articolo, vale a dire iu quanto ai mezzi fisici e meccanici di cui si giova.

Molte congetture si presentano intorno all'origine della navigazione, la qual arte diversi avvenimenti poterono dar origine. Nei lidi del mare sono in molti luoghi sparse qua e là alcune isole poco lontane dalla terra ferma. La curiosità avrà naturalmente ispirato il desiderio di andarvi, e tanto più volentieri vi si avrà condisceso, quanto che questi tragitti non parevano molto lontani, nè difficili; perciò si sarà tentato di farli, e la felice riuscita del primo tentativo avrà fatto arrischiare il secondo. Riferisce Plinio, che anticamente non si navigava se non fra le isole e sopra zatte.

La pesca ancora, cui molte nazioni si saranno applicate fino da' tempi più antichi, può avere contribuito all'origine della navigazione. Si può credere che le prime idee di quest' arte debbansi ai popoli stabiliti presso alla foce de' fiumi che sboccano in mare. Mentre navigavano su questi fiumi, sarà ben presto accaduto loro di vedersi portati in mare dalla corrente o dalla burrasca, o vi saranno anche andati a bella posta. Saranno stati el principio spaventati dall'impeto de' flutti e dai pericoli dai quali erano minacciati dalle onde. Ma rimessi dal primo terrore, avranno prontamente conosciuto i vantaggi che potevano ricavare dal passaggio del mare. Conseguentemente si saranno applicati a trovare i mezzi di potervi navigare.

Qualunque siasi la maniera, come gli uomini contrassero familiarità con questo terribile elemento, è certo che i primi tentativi della navigazione cominciarono in tempi rimotissimi. Mosè ci fa sapere, che i nipoti di Jafet passarono nelle isole vicine alla terra ferma e se ne impadronirono. È altresì fuor di dubbio, che assai anticamente alcune colonie di Egitto passarono in Grecia. Sanconiatone finalmente attribuisce ai Cabiri l'arte di fabbricare vascelli, e la gloria d'aver intrapreso viaggi marittimi e l'antica tradizione dei Fenicii faceva i Cabiri contemporanei ai Titani.

Nell' articolo Nave si è detto quale sia stata probabilmente la prima forma delle barche adoperatesi per navigare sui fiumi e sui laghi; ma la esperienza dee avere presto insegnato che si doveva far differenza fra la costruzione de' bastimenti atti a poter navigare sopra i fiumi, e quella dei bastimenti destinati el mare. Convenne adunque studiare la forma che dar si doveva ai navigli per renderli saldi e capaci di resistere all' impeto dei flutti. Poscia fu duopo cercar la maniera di condurli e dirigerli per ogni verso comodamente e con sicurezza. Remi di qualche specie saranno stati da principio i soli mezzi che si presentarono; ma l'idea di aggiugnere ai vascelli un timone, sarà probabilmente venuta più tardi. Gli antichi pensavano che le ali dei pesci avessero somministrato i modelli dei remi, siccome credevano ancora che l' idea del timone si fosse presa dalla maniera con cui gli uccelli si servono della coda per dirigere il volo. Eccettuate le vele, la forma dei navigli parrebbe copiata da quella dei pesci, i remi, ed il timone essendo ai vascelli ciò che sono a quelli le ale e la coda. Queste per altro sono congetture più o meno verosimili, le quali poco importa di esaminare profondamente.

Quanto alle vele, l' azione del vento, i cui effetti sono sì sensibili e frequenti, potè forse insegnarne l' uso assai presto; ma l' arte di aggiustarle e dirigerle non si sarà presentata se non difficilmente. Credesi che di tutte le parti che entrano nella costruzione di un vascello, l' uso della vela sia stato l' ultimo e conoscersi, atteso il costume dei popoli selvaggi, che non si servono se non di

remi, non facendo alcun uso delle vele. Lo stesso sarà succeduto ne' principii. I primi naviganti non andavano probabilmente se non se lungo le sponde, e diligentemente procuravano di non discostarsene, e di non perdere di vista la terra. In questo stato di cose l' uso delle vele sarebbe stato loro più dannoso che utile. Fu necessaria la esperienza di alcuni secoli per insegnare ai naviganti l' arte di servirsi dei venti par far andare i vascelli. Pure, se stiamo all' antica tradizione degli Egiziani, l' uso degli alberi e delle vele avrebbe avuto origine nei tempi più antichi. Attribuivano l' onore di questa scoperta ad Iside; ma, indipendentemente dalla poca fede che meritano la maggior parte dei fatti, coi quali gli antichi hanno riempiuta la storia, si vedrà tra poco, che una simigliante scoperta non può essere attribuita agli Egiziani.

Tutto induce a credere che i Fenici sieno stati fra i primi a valersi del vento, e sembra pure che questa maniera di navigare fosse molto antica presso quei popoli, non potendosi comprendere come senza vele riuscissero a navigazioni così lunghe e difficili, come quelle di cui ci è pervenuta la storia. Pare che le loro navi, come le nostre galere, camminassero anche a forza di remi, servendosi di questi quando il tempo era in calma od il vento contrario, ricorrendo alle vele quando il tempo era favorevole. Presso gli antichi Greci era generale opinione che le vele fossero state inventate da Dedalo, quando cercava il modo di fuggire dall' isola di Creta. Dicesi che quell' ingegnoso artefice trovasse allora il segreto di valersi del vento per affrettare il corso del suo vascello, e che col favore di questa nuova scoperta passasse impunemente in mezzo l' armata marittima di Minos senza che questo potesse raggiugnerlo, la industria e la forza dei remiganti non valendo a vincere l' azione del vento di cui giovavasi Dedalo. È facile vedere come questa vele, dalla favola si mutassero in ali. Ad ogni modo pare bensì che dopo Dedalo i Greci si servissero delle vele, ma senza trarne grandissimo vantaggio per ciò che non avevano l' arte di dirigerle opportunamente. Quell' Eolo che accolse Ulisse quando ritornava da Troia, tenevasi nella Grecia pel primo che avesse insegnato ai naviganti a conoscere i venti ed a trarne maggior profitto, disponendo la vele opportunamente secondo le direzioni di essi. Malgrado ciò, al tempo di Omero, vale a dire 300 anni dopo della guerra di Troia, non conoscevano i Greci che quattro punti cardinali; e Vitruvio e Plinio ci insegnano che quei popoli ignorarono per lungo tempo l' arte di suddividere le parti intermedie dell' orizzonte fra i quattro punti cardinali, e di determinare un numero sufficiente di rombi pei bisogni di una navigazione di qualche durata.

Ben presto dovettero cercarsi i mezzi di fermare i vascelli sopra il mare. Si avrà cominciato dal servirsi di diversi spedienti. Nei primi tempi si adoperavano grosse pietre, panieri, sacchi pieni di sabbia, o altre materie pesanti, che si attaccavano a corde e si facevano scendere nel mare. Questi mezzi potevano bastare nei primi secoli nei quali i bastimenti non erano che barche assai piccole e leggere. Ma a misura che la navigazione si è perfezionata, si fabbricarono legni di maggior mole, convenne trovare altre macchine per fermarli. Non si sa in qual tempo, nè da chi sia stata inventata l' ancora, macchina così semplice, ma nel medesimo tempo così ammirabile. Non si trova alcuna particolarità su questo proposito presso gli antichi. Sono solamente d' accordo nel riferire questa scoperta a tempi non molto remoti, ed inoltre la attribuiscono a diverse persone. È a cre-

dersi che sarà avvenuto rispetto all'ancora come riguardo a molte altre macchine, che poterono essere inventate presso a poco nel medesimo tempo in differenti paesi. Quello che si sa di certo si è che le prime ancore non erano di ferro, ma di pietra, oppure di legno. Queste ultime erano caricate di piombo, lo che si ha da molti autori, e tra gli altri da Diodoro, il quale racconta, che avendo i Fenicii radunato nei primi viaggi che fecero in Ispagna una quantità di argento maggiore di quella che capiva nei loro vascelli, levarono il piombo, che era nelle loro ancore, ed in sua vece vi posero l'argento che avevano di soverchio. Dicesi che queste prime ancore non avessero che un solo uncino. A quanto dicesi, solamente molti secoli dopo, Anacarsi inventò l'ancora a due branche.

Queste differenti specie d'ancore sono ancora presentemente in uso in molti paesi. Gli abitanti dell'Islanda e quelli di Bander-Congo si servono di una grossa pietra forata, con un bastone assai forte che la attraversa. Nella Cina, nel Giappone, a Siam, nelle Manille non si adoperano che ancore di legno, alle quali si attaccano grosse pietre. Nel regno di Calicut le ancore sono di pietra. L'ignoranza, nella quale sì lungamente furono immersi i primi uomini e nella quale si trovano tuttavia molti popoli rispetto all'arte di lavorare il ferro, diede occasione a tutti questi utensili grossolani e deformi.

Benchè da principio si andasse lungo le coste per quanto potevasi, e si procurasse diligentemente di non perdere di vista la terra, pure sarà accaduto nei primi tempi, che in molte occasioni la burrasca avrà gettato alcuni navigli in alto mare, e gli avrà allontanati dal loro cammino. La confusione in cui si saranno allora trovati i primi naviganti, avrà fatto che cercassero alcuni mezzi per poter conoscere i siti in tali circostanze. Si saranno ben presto accorti che l'osservare il cielo era il solo mezzo che potesse loro giovare. Così probabilmente sarà venuto alla loro mente l'idea di applicare le specolazioni dell'astronomia agli usi della navigazione.

Subito che venne fatta attenzione all'andamento dei corpi celesti, dovette osservarsi che in quella parte di cielo alla quale il sole giammai non arriva, vi erano certe stelle che si vedevano costantemente comparire tutte le notti. La loro posizione rispetto al globo terrestre era facile a determinarsi. Mostravansi a sinistra dell'osservatore volto con la faccia verso l'Oriente. Indicando sempre queste stelle la medesima parte di mondo, i naviganti non istettero molto tempo senza conoscere l'utilità che potevano ricavare da questa scoperta. Si accorsero che per rimettersi in istrada dopo essersene allontanati per cagione della burrasca, bisognava governare in maniera il vascello da rimetterlo nella sua prima situazione, rispetto a quelle stelle che vedevansi regolarmente ogni notte.

Gli antichi attribuivano l'onore di questa scoperta ai Fenicii, popolo industrioso del pari che intraprendente. L'Orsa maggiore sarà stata verisimilmente la prima guida che gli antichi naviganti avranno scelta. Questa costellazione si fa agevolmente distinguere e per lo splendore e per la disposizione delle stelle che la compongono. Stando vicina al polo, non tramonta mai rispetto ai luoghi frequentati dai Fenicii. S'ignora in qual tempo abbiano cominciato a valersi delle stelle settentrionali per dirigere le loro navigazioni; ma questa cognizione deve essere molto antica. Si parla dell'Orsa maggiore in Giobbe, il quale pare che abbia avuto molto a che fare coi mercanti e coi naviganti. Il nome stesso sotto cui questa costellazione era cono-

sciuta presso gli antichi abitatori della Grecia, e le fole che spacciavano intorno alla sua origine, provano che l'uso di servirsene per la navigazione aveva avuto principio nei tempi più remoti.

Del resto l'osservazione delle stelle dell' Orsa maggiore era un mezzo molto imperfetto ed assai poco sicuro per dirigere il cammino di un vascello. Di fatto questa costellazione non può indicare il polo se non in maniera indeterminata e confusa, poichè il capo di essa non vi è vicino abbastanza, e le sue estremità ne sono lontane quaranta gradi e più. Questo vasto spazio produce aspetti molto varii, tanto in diverse ore della notte nel medesimo tempo dell' anno, come alla medesima ora in differenti stagioni. Tale variazione cresceva considerevolmente allorchè si trattava di ridurla all' orizzonte, cui necessariamente hanno relazione i viaggi de' naviganti. Bisognava regolarsi computando questa differenza, la quale operazione doveva dare occasione a multi sbagli ed errori, in tempi nei quali una pratica grussolana faceva le veci dei metodi geometrici e delle tavole, che non furono inventate se non assai dopo.

La navigazione dovè stare lungo tempo prima di giugnere a qualche sorta di perfezione, imperocchè non vi è professione che esiga tante cugnizioni e riflessioni come quella del marinaio. Le operazioni più ordinarie della navigazione dipendono da molte parti di scienze differenti, essendo l'arte del navigare una delle più composta ed intralciate che si conoscano. Con tutto ciò pare che fino da grande antichità, certi popoli avessero fatti alcuni progressi nell' arte marinaresca. Queste scoperte non devono nè possono attribuirsi se non se all'amore che i popoli sopraddetti hanno avuto pel commercio, ed all' attività con la quale hanno cercato di ampliarlo.

Una delle più grandi scoperte ed essenziale per la navigazione cui mutò faccia totalmente, portandola a tal sicurezza quale forse dapprima non si poteva sperar di raggiugnere, quella fu della Bussola (V. questa parola), intorno alla origine della quale ci sia permesso spendere alcune parole, in aggiunta a quanto dicemmo in questo Supplemento nell' articolo Magnetismo *terrestre* (T. XX, pag. 261).

Si è ivi veduto esservi stato chi pretese che gli Egizii, i Fenicii ed i Cartaginesi non ignorassero la direzione dell' ago calamitato verso il polo. Il Gesuita Pineda e Kircher vollero che Salomone conoscesse la bussola, e che i suoi sudditi la adoperassero nella navigazione, ed altri dissero lo stesso degli Indiani. Secondo Duhalde e Bailly, vedemmo credersi la bussola antichissima nella Cina e di là portata in Europa da Marco Polo, ma mostrammo mancarne le prove. Altri dicono che gli Arabi la impiegassero per loro guida nelle sabbie dei deserti ove non si ha alcun indizio delle vie da seguirsi, ed anche per potere nelle ore della preghiera volgere esattamente la faccia verso la città della Mecca e la tomba del profeta. Tuttavia le navigazioni degli Arabi furono timide e languide quanto quelle delle altre nazioni, nè mai acquistarono quella audacia intraprendente che doveva ispirare una sì bella scoperta in un popolo dato alle imprese marittime. Oltre a ciò, allorchè i Portoghesi nel secolo XVI visitarono per la prima volta i mari indiani, trovarono che gli Arabi, principali navigatori in quelle acque, governavano interamente le loro navi osservando le stelle o la spiaggia, ignorando affatto l' uso della bussola. Le pretensioni adunque degli Arabi sul merito di essere i scopritori della bussola non possono ammettersi interamente, quantunque v'abbia molto fondamento di credere che avessero qualche conoscenza dei

rudimenti di questa invenzione. Secondo Lalande, la bussola si adoperava in Grecia 240 anni prima di Gesù Cristo. Vedemmo nell' articolo citato MAGNETISMO *terrestre* attribuirsi ad Aristotile un passo in cui mostrerebbe aver conosciuto la bussola pienamente, ed alcuni credettero che Plauto volesse indicare questo stromento con la parola *vorsoria* di tutto altro significato. Da tutte queste asserzioni, mal fondate la maggior parte, sembra potersi dedurre in generale aver potuto lungamente esistere nell' Oriente i germi così di questa come di molte altre interessanti invenzioni, senza giugnere però a tal grado di matura perfezione da rendersi utili nella pratica.

La più antica menzione della bussola che si faccia da un europeo trovasi nelle opere di Gujot de Provins, trovatore ossia poeta provenzale, che visse per qualche tempo alla corte di Federico Barbarossa nel 1181. Il poeta, non solamente parla della calamita e della sua proprietà di rivolgersi al polo quando è sospesa, ma aggiugne pure che serve a dirigere il navigatore in mezzo all' Oceano. Ne riportammo i versi all' articolo MAGNETISMO più volte citato, e mostrammo come si potesse dar loro diversa interpretazione, e qui aggiugneremo ritenersi da alcuni autori che quella descrizione fosse scritta assai più tardi da Ugone Bertius. Nel luogo stesso dicemmo dell' attribuita invenzione al pontefice Silvestro II e degli scritti di Ugo da Bersi e del cardinale Jacopo de Vitrì in cui si fa menzione della bussola. Pare certo di più che fino dalla metà del XIII secolo la bussola fosse impiegata generalmente dai navigatori spagnuoli, e siccome le loro cognizioni provenivano dall' incivilimento dei Mori, vuolsi da alcuni presumere che questi non ignorassero la bussola. Finalmente in una lettera scritta nel 1269 da Pietro Adsiger, dotto fisico tedesco, si dà una esatta e minuta descrizione della bussola, ed è a notarsi che vi si accenna eziandio alla declinazione dell' ago, cioè alla circostanza, che chiamasi *inesplicabile*, del deviare di esso più o meno dal vero polo nella sua direzione.

Tutti questi fatti inducono a ritenere che il Gioia non abbia il merito che gli viene attribuito da alcuni di essere stato il primo inventore della bussola nel 1302, segnandovi il settentrione con un fiordaliso in omaggio al ramo della famiglia reale di Francia che allora regnava a Napoli. Gli storici di que' tempi non ci tramandarono i particolari della vita del Gioia nè le circostanze che furono origini e compagne della sua pretesa scoperta. L' esserci stato però tramandato il suo nome siccome inventore di uno strumento tanto utile ed importante, mostra ad evidenza che fosse uomo di grande ingegno, e che debba molto avere contribuito a perfezionare od estendere l'uso della bussola, la quale pare fuor di dubbio del resto che fosse conosciuta più o meno compiutamente fino da un secolo prima di lui per lo meno.

Malgrado il grande vantaggio della bussola il cangiamento da esso introdotto nella navigazione non fu per questo istantaneo, ed i marinai la adoperarono dapprincipio come utile aiuto, ma non come unica guida.

Premessi questi pochi cenni di storia sulla navigazione e sui mezzi meccanici e fisici da essa impiegati, indagheremo quale resistenza oppongano le barche al moto, come si misuri la velocità del loro cammino, e quali sieno le maniere di dirigerle, quindi esamineremo le diverse fogge di dar loro il moto, secondo il piano propostoci, ed in aggiunta a quanto si disse in tale proposito all'articolo BARCA in questo Supplemento (T. II, pag. 197.)

Resistenza al moto. All' articolo Resistenza nel Dizionario videsi quale sia quella opposta da una semplice piastra di un metro quadrato di superficie che scorra nell' acqua con la velocità di un metro al secondo, e come varii questa resistenza secondo che invece della piastra adoperasi un cubo, un prisma, un cilindro, una sfera, la cui sezione presenti all'acqua una superficie pure di un metro, e si disse inoltre come la resistenza cresca in ragione dei quadrati della velocità. All' articolo Nave che precede il presente (pag. 387) si entrò in maggiori particolari sulla influenza delle varie forme e superficie inclinate, diritte o curve, che si danno alle barche; finalmente in questo medesimo articolo, parlando delle barche tirate con l' alzaia, si vedrà come il principio del crescere la resistenza nella sezion dei quadrati della velocità non sussista che fino ad un certo limite.

Non si può adunque stabilire con sicurezza quale sia in generale la resistenza delle barche, dappoichè ad uguale sezione può variare in tante infinite proporzioni quante sono le differenze che si possono introdurre nelle forme della prua, della poppa e dei fianchi. Diremo solo tuttavia, per indicare un qualche dato generale che nelle barche ben costruite la resistenza opposta da esse ritiensi essere, a termine medio, di $\frac{1}{7}$ di quella che darebbe una piastra mossa nell' acqua, cioè di $\frac{56,94}{7} = 8,13$ per ogni metro quadrato della sezione massima, per la velocità di un metro al secondo. Ritiensi inoltre che la resistenza cresca come i quadrati delle velocità nei casi più ordinarii, cioè in quelli in cui non si può giugnere a grande rapidità. Così per far percorrere ad una barca uno spazio dato occorrerà una forza sette volte minore di quella che sarebbe necessaria per muovere con la stessa velocità una piastra quadrata la cui superficie uguagliasse la massima sezione della barca. In entrambi i casi la resistenza crescerà come i quadrati delle velocità, ed in tale proporzione dovrà aumentarsi la forza che si dee impiegare per trasportare da un punto all' altro la piastra o la barca. Se però invece che agli spazii da percorrere si ha riguardo al tempo, la forza necessaria crescerà in tal caso, non più come i quadrati, ma come i cubi delle velocità, imperciocchè in ugual tempo percorresi uno spazio maggiore. Egli è chiaro di fatti che se una barca abbisogna, per esempio, di una forza di 40 chilogrammi per muoversi con la velocità di un metro al secondo, impiegherà a percorrere questo metro una forza di $40^{\text{chil.}} \times 1 = 40$, e tale parimenti sarà la forza impiegata in un minuto secondo. Volendo invece spignere la velocità a 4 metri, la resistenza diverrà di $40 \times 4^2 = 640^{\text{chil.}}$ perchè questa barca percorra la distanza d' un metro. Siccome poi in un minuto secondo la barca percorre in tal caso 4 metri, così la forza impiegata al minuto secondo sarà di $640 \times 4 = 2560$ chilogrammi ad un metro, oppure, che è lo stesso, di $40 \times 4^3 = 2560$. Abbiamo insistito su questa spiegazione della differenza che passa fra la resistenza delle barche calcolata relativamente agli spazii percorsi od ai tempi impiegati, perchè importa di evitare ogni equivoco, e perchè di raro trovammo indicata questa circostanza in maniera che ne sembrasse sufficientemente chiara al bisogno.

Ciò premesso ne sembra più facile intendere la ragione delle formule date all' articolo Resistenza per questo oggetto, le quali sono $F = R\, b^2 v^2$ per un' acqua stagnante, e $F = R\, b^2 v\, (v \pm c)^2$ in un' acqua corrente, chiamandosi F la forza necessaria a vincere la resistenza; R il coef-

ficiente relativo alla forma della barca, cioè la resistenza che questa oppone per ogni metro quadrato della sua massima sezione per essere mossa con la velocità di un metro al secondo; b^2 questa massima sezione, la quale può sempre ridursi ad un quadrato di cui b forma il lato; v la velocità della barca; c la velocità della corrente.

Quando invero una barca muovesi in un' acqua corrente due velocità vi si possono considerare: l' una assoluta presa in riguardo alla sponda, l'altra relativa, considerata, cioè, in riguardo alla corrente, ed è questa ultima che stabilisce l' urto della barca contro l' acqua. Si valuta la prima dallo spazio percorso nell'unità di tempo; la seconda componesi delle velocità assolute dell' acqua e della barca, esprimendosene il valore con la somma o la differenza di queste due velocità, secondo che sono nel medesimo senso od in senso opposto; cosicchè la espressione generale dell' urto diviene come abbiamo veduto $v \pm c$.

Queste formule e le conseguenze che se ne possono dedurre sono esattamente vere per le barche a velocità ordinarie che si muovono in un' acqua indefinita; ma subiscono importanti modificazioni quando si applicano alle barche a grandi velocità o quando il movimento ha luogo in un' acqua i cui limiti non sieno molto estesi. Come vedremo parlando del movimento delle barche con l' alzaia a grandi velocità, si innalzano esse in parte fuori dell' acqua e diminuisce la sezione immersa. Siccome però queste considerazioni variano secondo la forma delle barche e i gradi di velocità, così diremo soltanto in generale potersi serbare nella formula data ad R il valore datogli di 8 chilogrammi, senza altra modificazione, fino alla velocità di $3^m,50$ al secondo, e per le velocità comprese fra 3,50 e 5,50 introdurvi il coefficiente 0,66 trovato da Macneil, oppure fare $R = 5,28$.

L' influenza poi che abbiamo indicato della estensione dell' acqua sulla resistenza delle barche dipende da un fenomeno che ha l' effetto di mutare il valore ($v \pm c$) della velocità dell' urto, il qual fenomeno è facile ad analizzarsi ed a mettersi a calcolo, Suppongasi invero una barca della sezione b^2, che si muova con la velocità v in un canale la cui acqua sia in quiete e la cui sezione sia $= S$. Si vede potersi supporre, senza indurre alcun cangiamento nell' effetto prodotto, che la barca resti immobile, e che sia l' acqua quella che si muove con la velocità v. Si vedrà facilmente in tal caso che diminuendo la sezione nel punto del canale dove si trova la barca, aumenterà la velocità in ragione inversa delle sezioni, secondo la legge del movimento dei liquidi. Per esprimere questa nuova velocità si farà la proporzione $v : v' :: S - b^2 : S'$, donde la velocità intorno alla barca risulta $V' = \frac{v\,S'}{S - b^2}$.

La differenza $V - \frac{v\,S'}{S - b^2}$ dalla velocità primitiva a questa nuova velocità, darà l' aumento dovuto al fenomeno di cui parliamo, e la espressione della resistenza pratica in un canale sarà:

$$F\,v = r\,b^2 \left(v \pm (V - \frac{v\,S'}{S - b^2})\right)^2 v.$$

Questa equazione indica che la resistenza di una barca a pareti verticali che muovasi in un canale è tanto maggiore quanto più piccola è la sezione del canale relativamente a quella della barca.

Giugnesi allo stesso risultamento considerando invece le cose come sono realmente, cioè riguardando v come la velocità della barca. Allorchè invero questa muovesi in un canale la cui larghezza non superi quattro a cinque volte la propria,

l' acqua che le sta dinanzi spinta da essa si innalza contro la sua faccia anteriore; scendendo poscia da questa altezza tende a sfuggire dai lati, come nel caso di un fluido indefinito, ma non può più farlo con uguale prontezza o facilità, ed il corpo ne spinge e trae seco una parte tanto maggiore quanto è minor l' intervallo fra le sue pareti e quelle del canale, donde ne segue occorrere uno sforzo maggiore per muoverlo con la stessa velocità. Bossut fece molte ed interessanti esperienze per valutare questo sforzo. Adoperò in una di queste un prisma a base quadrata di $0^{m},65$ di lato, lungo $1^{m},97$ e per metà immerso nell' acqua; se lo mosse in un ampio bacino con una velocità di $0^{m},84$ senza ristringere gl' intervalli, che erano allora come indefiniti, ed ebbe una resistenza di $7^{chil.},83$, che prenderemo come unità nel quadro qui unito. Poscia con grandi chiusure di tavole ne diminuì gradatamente gl' intervalli al disotto, e sui finchi riducendoli alle grandezze indicate nelle due prime colonne: ne risultarono le resistenze indicate nell' ultima.

Intervallo		Relazione della resistenza
da ciascun lato	al di sotto	
indefinito	indefinito	1,00
id	0,413	1,10
id	0,090	1,15
$0^{m},619$	0,095	1,52
0 ,216	0,085	2,26
0 ,061	0,085	3,15

Dubuat, analizzando le varie esperienze di Bossut, trovò che anche in tal caso la

resistenza cresceva come il quadrato della velocità; che non dipendeva dalla forma del canale nè da quella del corpo galleggiante, ma soltanto dalla relazione fra le loro sezioni. Chiamando S quella del canale, S′ quella della porzione del prisma immerso nell' acqua, P la resistenza che incontrerebbe questo prisma in un fluido indefinito, e P′ quella che prova nel canale, trovò aversi con esattezza, dietro quelle esperienze, $P' = P \frac{8.46}{\frac{S}{S'} + 2}$.

Da questa relazione rilevasi che quando la sezione del canale è 6,46 volte più grande di quella del prisma, questo si muove come in un fluido indefinito. Affinchè ciò si verifichi tuttavia, è necessario che la larghezza del canale sia almeno quattro volte quella del corpo che vi si muove.

Adattando prue angolari alla base dei prismi retti che servirono a vari sperimenti, venne bensì diminuita la resistenza, ma assai meno che in un fluido indefinito e tanto meno quanto più era stretto il canale; imperocchè il corpo era costretto a spignere dinanzi a sè presso a poco la medesima quantità d' acqua, fosse qualunque la forma della sua parte anteriore. Chiamando q la relazione fra la resistenza del prisma con prua e di quello senza, messi entrambi in un fluido indefinito, e chiamando P″ la resistenza effettiva nel canale, Dubuat venne condotto per analogia ad ammettere

$$P'' = P' \left\{ 1 - 0,183 (1-q) \left(\frac{S'}{S} - 1 \right) \right\}.$$

Effetti opposti si hanno con le barche a grandi velocità, per le quali, come diremo, a suo luogo, la resistenza diminuisce a misura che scema la sezione dei canali e massime la profondità loro.

Un'altra circostanza de avvertirsi quando una barca risale une corrente consiste nelle inclinazione della superficie dell'acqua provenlente dalle velocità della corrente. Questa inclinazione, che nei fiumi navigabili varia da 1 a 2 millesimi, dee far riguardare la barca che vi si muove posta sopra un piano inclinato, di modo che la forza cha la fa muovere per 1000 metri, non solo è costretta a vincere le resistenza dell'acqua, ma dee inoltre innalzare il peso totale della barca di uno o due metri al disopra del puuto di partenza. Sarà dunque da aggiugnersi alla resistenza la forza necessaria a produrre questo effetto, e che esprime il prodotto del peso della barce relativamente alla inclinazione della corrente. In pratica questa forza è presso a poco 0,10 delle altre resistenze. Si comprende che quanto questa forza nuoce nella salita altrettanto giova nella discesa.

Una idea molto strana e contraria ai principii più semplici della meccanica fu quella di Ch. Laboulaye di cacciare con una macchina soffiente dell'aria dinanzi alla prua delle barche, affinchè uscendo questa per molti forellini si unisse all'acqua ed il miscuglio avesse a presentare minor resistenza ad essere diviso dalla barca. Trascurando ancora di tenere conto della forza non lieve necessaria per produrre questo effetto, basterà osservare che converrà sempre, cacciare di fianco l'acqua per aprire un passaggio e questo miscuglio d'aria e d'ecqua, affinchè si epra una strada alla barca; inoltre siccome le prue delle barche sono sempre inclinate e sporgono in fuori ell'insù, e siccome questa aria tende a salire per la sua leggerezza, agendo contro il piano inclinato anzidetto produrrebbe l'effetto di spignere indietro la barca, cioè d'aumentare in tal guisa la resistenza che si oppone al progredire di essa. Questo effetto è di tanta potenza che vedremo più inuanzi essersi proposto quale mezzo di spinta dell'aria cacciata sotto ad un pieno inclinato verso la poppa.

Misura della velocità. La distanza percorsa dalla nave misurasi col mezzo del Loche (V. questa parola.) Questo stromento per altro, quale si adopera generalmente, è lungi dal dar sempre con sicurezza il cammino percorso, ed inoltre esige due persone per fare le osservazioni. La marina abbisogna di stromenti più esatti e tal fine, e vedemmo nell'articolo soppraccitato come Russell trovasse utile l'uso del tubo di Pictot. Gl'Inglesi adottarono da qualche tempo su molte loro navi un loche, pel quale venne ottenuto un privilegio esclusivo, che fa conoscere ad ogni istante il numero dei nodi percorsi in un dato spazio di tempo. La parte principale di questo loche è un cilindro intorno al quale ravvolgesi una superficie elicoide. Ad un capo di esso si attacca una corda che serve a farlo comunicare con un rotismo, il quale, mediante indici, segna sopra mostre il numero di giri che fa. Gettatosi in mare questo loche viene tirato con forza della corde cui è legato che gli dà la stessa velocità che ha la nave. Cedendo a questa forza che lo tira da un capo il cilindro mantiensi in posizione presso a poco orizzontale e la superficie elicoide venendo ad urtare contro l'ecqua lo fa girare tanto più rapidamente quanto più è grande la velocità della nave. Il torcimento della corda comunica questo moto di rotazione al rotismo, i cui indici segnano sopra le mostre gradnate le quantità dei giri come dicemmo.

Altri miglioramenti del loche accennaronsi all'articolo Misuratore *della forza e velocità delle navi* (T. XXVI di questo Supplemento, pag. 58) e fra gli altri uno di Clement. Questo medesimo ne imaginò un altro che si sta esperimentando in

Francia, e consiste in una palla fissata nella parte immersa della nave, e che incontra pertanto una resistenza tanto maggiore nel suo passaggio attraverso l' acqua quanto più è grande la velocità. Un meccanismo analogo a quei dinamometrografi che vennero descritti all' articolo Misuratore *delle forze* (T. XXVI di questo Supplemento, pag. 42) indica sopra una mostra la pressione che sostiene questa palla ad ogni istante, e lasciandone un segno dà il modo di conoscere, non solo la velocità della nave in qualsiasi momento, ma altresì il numero delle miglia percorse in un certo spazio di tempo.

Quando la nave bordeggia il cammino percorso è sempre difficilissimo a valutarsi, e per la deriva che è sempre assai grande, e perchè non si può apprezzare con esattezza quanto fanno perdere i cangiamenti nella direzione del vento e i ritardi che produce ogni evoluzione della nave quando è costretta a girar di cammino.

Direzione. In qual modo facciansi più o meno deviare le barche da quella direzione in cui sarebbero condotte dal mezzo di spinta applicatovi, accennossi all' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 198), e si vide consistere questi mezzi nell' uso opportuno dei Remi e del Timone, e tanto ivi come a queste parole accennossi in qual modo a tale offizio si prestino. Senza tornare pertanto su questo argomento qui ci occuperemo piuttosto delle maniere di conoscere e regolare l' andamento delle navi, quando trovandosi in alto mare, non possono più servire loro di guida le terre tolte alla vista dei naviganti dalla molta loro distanza.

La direzione della chiglia della nave si ha dalla Bussola, il cui agu calamitato però di raro dirigesi nel meridiano, facendo un angolo con la linea di esso, lo che dicesi *variazione*. Non è questa costante, ma varia sui diversi punti del globo, nè si possono pure farne tavole fisse, le quali ne indichino il valore per ciascun punto definito con la longitudine e latitudine, atteso che per uno stesso luogo varia da un anno all' altro, secondo leggi pressochè sconosciute. I naviganti però hanno sempre il mezzo di calcolarla mediante osservazioni degli astri, ed il calcolo della variazione è così essenziale alla direzione della nave come quello della latitudine e della longitudine.

Allorchè si conosce la direzione seguita dalla nave dal punto di partenza ed il numero di miglia percorse, si può sempre fissarne la direzione sul globo. I mezzi per altro fin qui indicati non tengono conto dell' azione delle correnti che agiscono in tutti i sensi sulla superficie del mare e si comprende inoltre poter bene spesso sfuggire gravi errori in una valutazione fatta con mezzi così poco esatti. Perciò in generale i naviganti sono costretti ad osservare gli astri, ogni qualvolta lo possono, per conoscere la loro posizione con esattezza.

Mediante la longitudine e la latitudine il nocchiere può sempre conoscere il punto dove si trova; il conto fatto col mezzo del loche e della bussola gl' indica l' azione della corrente; altro adunque non gli rimane se non che conoscere la direzione della strada che dee tenere per arrivare con sicurezza al punto cui è diretto.

La strada più breve da un punto ad un altro sopra la sfera, è l' arco del circolo massimo che passa in questi due punti; ma ogni arco di circoli massimi, eccettuatone l' equatore, fa angoli diversi con ciascuno dei meridiani. Se una nave partendo da un punto dovesse percorrere un arco di un circolo massimo, converrebbe ad ogni istante rettificarne la direzione,

lo che trarrebbesi dietro difficoltà insuperabili. Si può tuttavia segnare sopra la sfera da un punto ad un altro una curva a doppia curvatura, dotata della proprietà di fare lo stesso angolo con ciascun meridiano, e questa curva dicesi *lossodromia*. È quella curva che seguirebbe una nave se corresse sempre con lo stesso rombo di vento, vale a dire facendo lo stesso angolo con ciascuno dei meridiani che incontra. Questa curva prende la forma di una spirale che va costantemente riavvicinandosi al punto cui si è diretti. Il calcolo dimostra che per due punti, anche abbastanza lontani, la grandezza dell'arco lossodromico compreso fra i due meridiani che passano fra questi due punti non differisce di molto dall'arco del circolo massimo che passa per quei due punti medesimi. Ora i naviganti per andare da un punto ad un altro cercano sempre di far percorrere alla nave questo arco lossodromico. Dietro a ciò il mezzo per conoscere il cammino quando si è in mare è il seguente.

Osservasi la longitudine e la latitudine, poi si segna il punto di essi sulla carta idrografica, indi si unisce con una linea retta il punto segnato sulla carta in cui si trova il vascello col punto cui si vuole arrivare. Questa linea è la proiezione della curva lossodromica, e l'angolo che fa questa linea retta con la proiezione dei meridiani è l'angolo reale che dee fare la direzione del vascello col meridiano a fine di percorrere la linea stessa. Conoscendosi la variazione, si può misurare sulla carta l'angolo lossodromico e dedurne la direzione che dee prendere la chiglia relativamente all'ago calamitato. Se in vero la variazione non cangiasse, se le correnti e le continue deviazioni della nave, che difficilmente può sempre mantenersi nella direziona medesima esattamente, non tendessero a farla uscire dal cammino assegnatole, seguendo la curva lossodromica giugnerebbe direttamente vicinissima al luogo cui è diretta. A cagione di tutti questi errori però i naviganti deggiono frequentemente osservare la longitudine e la latitudine, per rettificare la direzione della nave come si è detto.

Motori naturali.

Correnti. Si è già detto in questo Supplemento nell'articolo Barca più volte citato, ed a quello Motore (T. XXVI, pag. 361) ed ognuno il vede da sè, come l'andar seguendo le correnti sia certamente il mezzo più facile e semplice di approfittarsi di quei motori che la natura presenta; ma questo mezzo è imperfetto in quanto che obbliga a seguire le velocità della corrente anzichè sceglierla a talento, e più perchè non permette di camminare che in un solo senso, e non di procedere nell'opposto; così non adottasi esclusivamente che per alcune Barche, la quali, come notossi a quella parola, si costruiscono rozzamente pel trasporto di alcuni prodotti giù pei fiumi, poi si gettano in fascio per adoperarne ad altri usi il legname.

Il risalire però contro queste correnti esige sempre una forza più o meno considerevole, e tanto maggiore quanto più è grande la forza della corrente medesima. Rimettendo a più innanzi il parlare degli aiuti che prestano in simile caso i motori artifiziali, qui noteremo come siasi tentato di fare in modo che la forza stessa della corrente si prestasse a questo effetto, di trovare insomma un aiuto nell'ostacolo medesimo; basta in vero a tal fine raccogliere ed applicare alla barca in un modo qualsiasi una tale quantità della forza di questa corrente che superi la resistenza che incontra la barca nell'avanzare contro la corrente medesima. Avendosi trat-

tato questo argomento in due articoli appositi, vale a dire in quello Rimurchio del Dizionario (T. XI, pag. 11), e nel Supplemento a quello Barca *per rimontare i fiumi* (T. II, pag. 235), rimanderemo ad essi per quanto riguarda i mezzi impiegati a tal fine, limitandoci qui ad enumerare quelli ivi citati, i quali consistono in grandi ruote a pale adattate sulle barche ove muovono spranghe che spingono appuntellandosi contro al fondo, o girano le ruote di un carro che camminando sulla via dell' alzaia traesi dietro la barca, oppure un verricello su cui si ravvolge una corda fissata in terra ad uno o più punti variabili di ormeggio o ad altre barche disposte a date distanze, o sul quale fa vari giri una corda distesa lungo tutta la strada da percorrersi; talvolta le ruote a pale mosse dalla corrente, invece che essere sulla barca stessa da rimontarsi, sono sopra altre barche od anche entro terra, tramettendosi la loro azione con una fune; tal' altra si fa che due barche di forma particolare a vicenda rimuntinsi, presentando alla corrente la testa piana dell'una e quella aguzza dell' altra, ed unendole con fune accavalcata sopra una puleggia. A questi mezzi ivi indicati solo abbiamo ad aggiugnere come talvolta la forza della corrente, invece che a far rimontare un fiume da una barca, siasi applicata a farglielo attraversare soltanto. Esempii di questo modo di azione, si hanno nelle Chiatte (V. questa parola), le quali presentandosi con certe inclinazioni alla corrente, vengono spinte per essa da una sponda all' altra, poscia ricondotte al punto di prima col variarsi la inclinazione disponendola in senso oppostu. In America, per ottenere un passaggio più sollecito, adoperossi una ruota a pale mussa dalla corrente posta vicino ad una sponda, il cui asse ne conduce con ruote dentate un' altro sul quale son due tamburi i quali ravvulgono alternatamente una duppia fune passata in una carrucola posta sull' altra sponda. Con una leva si può arrestare il moto dei tamburi o mutare il senso in cui girano, sicchè pel solo maneggio di questa leva si lascia ferma la barca, le si fa passare il fiume, poi la si fa retrocedere.

Caduta. Siccome abbiamo veduto applicarsi talora per dare il moto alle barche ruote a pale stabili vicine alle sponde e mosse dalle correnti, evidentemente risulta potersi avere lo stesso effetto parimenti con ruote a pale, e meglio con ruote a cassette od altro, ogni qualvolta si avesse una caduta d' acqua in posizione favorevole, vicino al canale, cioè, od al fiume su cui dee camminare una barca. Non intendiamu pertanto parlare di questo caso, e perchè di raro tale circostanza presentasi, e perchè l' approfittare di essa non oppone in generale difficoltà alcuna. Intendiamo piuttosto far qualche cenno di un artifizio mediante il quale si propose di creare una caduta nell' interno della barca medesima, scaricando una parte dell' acqua del canale o del fiume al di là delle sponde di esso, il qual mezzo, sebbene esiga tali condizioni da potersi avere di raro e non vada scevro da inconvenienti, come vedremo, pure è alquanto ingegnoso, e forse utilmente applicabile in alcuni casi speciali.

Venne ciò propusto non ha molto da Recalcati, professore di lingua tedesca in Venezia, il quale ne espose al pubblico eziandio un modello operativo, ma nocque alla propria cosa egli stesso annunziandola esageratamente di troppo, come una *barca a forza gratuita*, mentre questa forza tale riusciva soltantu in quanto esistesse nella natura, occorrendo in fatti, come vedremu, di avere una certa quantità d' acqua che cadesse in tempo stabilitu da una data altezza, sicchè non si veniva a far altro

se non che a valersi della forza di questa caduta. Vedemmo in fatto all' articolo Motore quanto sia grande il partito che dalle cadute può trarsi, ed eccennammo qui addietro come si potesse da qualche caduta, opportunamente collocata, trarre partito pel movimento delle barche. A questo ultimo uso però non potevano servire che quando, per azzardo non comune, trovavansi vicine alle sponde dei canali, e sempre solo per brevi tratti. Il Recalceti ginnse, con nuuvo ed ingegnoso trovato, a far sì che la caduta segua, per così dire, la barca, producendosi sempre nel punto dove questa si trova e facendola così progredire. A questo fine produsse egli la caduta nell' interno della barca facendovi giugnere l' acqua stessa del canale in cui trovasi immersa. Comprendesi facilmente che se si pratica un foro nel fundo di una barca qualunque, l' ecqua vi entrerà con una forza e velocità proporzionate all' altezza del suo livello all'esterno su questo fondo, ottenendosi così una corrente di forza tanto maggiore quanto più sarà basso il foro d'ingresso, cioè quanto maggiore sarà la immersione. Se invece facciasi il foro in alto a fior d'acqua, il liquido vi entrerà e scenderà sul fondo, dando una caduta tanto più alta quanto maggiormente sarà immersa la barca. Se non che in entrambi questi modi l' effetto assai prontamente andrebbe scemando, fino a cessare del tutto quando il livello interno fosse pareggiato all' esterno. La difficultà stava adunque nel levare questa acqua, dandole sempre uno scarico in tutta la lunghezza del canale, e il Recalcati ingegnosamente la superò adattando alla sua barca sifoni i quali partendo col loro braccio più corto dal fondo delle barca, e passando al di sopra di una delle sponde del canale medesimo, andasse col braccio più lungo a scaricarsi al di là di queste sponda, occorrendo per essenziale condizione che v' abbia ivi un canaletto od altro in cui questa ecqua si scarichi, e si mantenga sempre e livello alquanto più basso del pelo dell' acqua nel canale o nel fiume in cui la barca cammina. La forza è adunque produtta, come dicemmo, realmente dalla caduta di una parte dell' acqua del fiume o del canale in altro canale più basso, e non può dirsi *gratuita* che come qualsiasi altra forza ottenuta dai naturali motori. Per potere adunque stabilire questo artifizio conviene presentisi la circostanza di un fiume o di un canale, tenuto con sostegni od altrimenti più alto di quello che occorrerebbe perchè discendesse in forza della naturale pendenza verso il punto dove si scarica, sicchè un canale esterno andando a scaricersi verso allo stesso punto senza sostegno od altro, si mantenesse costantemente a più basso livello. L'unico modo in cui l' arte possa coadiuvare alla produzione di questa forza, si è o forando pozzi artesiani che mantengano alimentato il canal superiore, oppure pozzi perduti o smaltitoi che dieno sfogo alle acque nel canale inferiore. Date ad ogni modo le circostanze soprannotate, è facile il vedere come, proporzionando opportunamente e le dimensioni dei sifoni e la differenza di lunghezza delle loro braccia, si possa levare dalla barca tanta acqua quanta ve ne entra pei fori praticativi dopo aversi approfittato della forza prodotta dalla corrente o della caduta di essa raccolta con turbini, ruote a cassette, ruote a pale od altro, per far girare due ruote a pale poste sui fianchi della barca, od un' elice, od un verricello con corde fissate ed ormeggi, od altro meccanismo qualunque.

Nella maggior parte dei fiumi e canali attualmente esistenti l' altezza e larghezza delle sponde da attraversarsi dal braccio del sifune obbligherebbe di dare a questo

tali smisurate dimensioni da riuscire di grande inconveniente, e per la pendenza che darebbe alla barca, e per l'aumento d'immersione e conseguentemente di resistenza che produrrebbesi. Questi obbietti diverrebbero ancora maggiori se sulle sponde vi avesse una strada per l'alzaia od altro. Ad ogni modo se la cosa rispondesse sotto gli altri riguardi vi sarebbe esuberante compenso, quand'anche si avesse a fare qualche modificazione nelle sponde, od altresì a fare canali appositamente costruiti a tal fine. Per essere al caso adunque di valutare la importanza di questo mezzo di dare il moto alle barche e la frequenza dei casi in cui si possa applicare, giova indagare quanto grande sia la proporzione dell'acqua da scaricarsi dal canal superiore nell'inferiore, la quale, come vedemmo, è la vera forza motrice che vi si impiega.

Se tutta la forza di questa caduta si adoperasse utilmente, la quantità di acqua da scaricarsi, supponendo di un metro la differenza fra i due livelli, sarebbe di 75 chilogrammi al minuto secondo per ogni cavallo di vapore; ma siccome, per le perdite di forza inevitabili cagionate e dai meccanismi che raccolgono l'azione e da quelli che servono a spingere innanzi la barca, si dee ritenere che ben oltre ad una metà di questa forza vada perduta, così sarebbero almeno circa 150 chilogrammi che converrebbe lasciar cadere da un metro di altezza al minuto secondo per ogni cavallo di forza. Se la caduta fosse maggiore o minore converrebbe in ugual proporzione accrescere o diminuire la quantità dell'acqua scaricata.

Ciò posto le condizioni variano di molto secondo che la barca cui si vuol dare il moto dee avanzare lentamente, come basta al trasporto delle merci, oppure con qualche velocità, come occorre pel trasporto dei passaggeri. In questo ultimo caso la quantità dell'acqua riuscirebbe certo assai considerabile per una barca un po' grande, sapendosi, come abbiamo veduto, crescere la resistenza in ragione dei quadrati delle velocità. Supponendo quindi una barca tale che vi abbisognasse una forza di 60 cavalli per darle la velocità occorrente ad un comodo trasporto di passaggeri, converrebbe lasciar cadere ad ogni ora nel canal inferiore $150 \times 60^3 = 32,400,000$ chilogrammi, cioè 32,400 metri cubici di acqua. Se il canale fosse lungo tanto da percorrersi in quattro ore la quantità totale di acqua da scaricarsi da esso in quello inferiore, e da questo nel luogo qualunque ove sbocca, sarebbe di 129,600 metri cubici. Siccome di raro assai potrebbe aversi la caduta di una quantità di acqua così imponente, difficilmente pare possa venir questo mezzo applicato al rapido trasporto dei passaggeri.

Per le barche a moto lento pel trasporto delle merci e delle derrate la possibilità dell'applicazione diviene più facile. Riducendo, per esempio, ad $\frac{1}{4}$ la velocità della stessa barca anzidetta, basterebbe una forza di 4 cavalli, cioè la caduta ad un metro di soli $150 \times 4 \times 60^2 = 2,160,000$ chilogrammi in un'ora; la distanza però che prima si percorreva in quattro ore percorrerebbesi in sedici, e in questo intervallo di tempo l'acqua da scaricarsi dal canale superiore nell'inferiore, e da questo nel luogo di sbocco, non sarebbe che di 34,560 metri cubici.

Una applicazione forse che si potrebbe fare della idea del Recalcati, che troviamo, come dicemmo, ingegnosa, sarebbe per le strade ferrate, in quei casi, non infrequenti, in cui abbiano a camminare in tal luogo dove a poca distanza da qualche punto di esse abbiavi una caduta d'acqua, un fiume od un canale, le cui acque con sostegno od altro sieno tenute ad una

certa altezza al disopra del piano dalla strada medesima. Potrebbesi stabilire allora di fianco alla strada di ferro, un canale senza sfogo che comunicasse con l'acqua superiore e fosse al livello di essa, ed un canale di scarico fra le rotaie o lateralmente. Posta questa disposizione s' imagini che il primo carro che dee trarsi dietro il convoglio, e che adesso è la locomotiva, portasse un sifone il braccio più corto del quale andasse a pescar nel canal superiore ove è l' acqua, ed il più lungo conducesse l' acqua nel carro sopra una ruota a cassette, un turbine, od altro meccanismo qualsiasi, e gli desse un moto che questo trasmettesse, direttamente oppure col mezzo d' ingranaggi, ad un asse con due ruote fisse poggiate sulle rotaie, scaricandosi poi l' acqua nel canale inferiore. Egli è chiaro che se la forza forse sufficiente obbligherebbe le ruote a girare come fa nalle locomotive il vapore ed il carro si trarrebbe dietro più o meno velocemente il convoglio. Supponendo, per esempio, di 100 tonnellate il peso complessivo di questo, sapendosi occorrere una forza di 4 chilogrammi per ogni tonnellata da trascinarsi sopra una strada di ferro orizzontale, e volendosi avere una velocità di 20 miglia all' ora; supponendo di $\frac{1}{7}$ la perdita di forza fatta dal meccanismo che ricevesse l'azione dell' acqua, la misura di questa da lasciarsi cadere al minuto secondo da un metro di altezza sarebbe di 6 metri cubici, che diverrebbe di 3 metri soltanto se la caduta si facesse di 2 metri, come sarebbe in tal caso assai più opportuno. Certo la quantità d' acqua da scaricarsi sarebbe ancora considerevole, ma in qualche caso potrebbesi forse averla disponibile, tanto più ove riflettasi che forse i convogli non avrebbero a percorrere la strada continuamente, ma per alcune date ore del giorno soltanto.

Vento. A quel modo stesso come un corpo galleggiante che seguisse il corso della corrente dee aver destato la idea di camminar con le barche a seconda di quella, l' impulso del vento sopra un qualche corpo galleggiante dee aver fatto nascere la idea di valersi della azione di esso siccome forza motrice. Certo è di fatto che l' azione del vento facendosi anche contro le barche solamente vi produce una spinta che può più o meno notevolmente influire sul movimento di esse. Questi effetti per altro troppo scarsi riusciti sarebbero in proporzione ai bisogni della navigazione, e non era difficile quindi il pensare ad offrire al vento una più estesa superficie perchè producesse su quella una forza maggiore donde ebbero origine le vele, intorno alla storia delle quali fecesi un qualche cenno qui addietro. Quale sia la misura della forza di spinta che si ottiene con un tal mezzo può vedersi all' articolo VENTO nè qui giova ripeterlo, e negli articoli BARCA e MOTORE in questo Supplemento (T. II, pag. 197 e T. XXVI, pag. 363) si disse quanta ne sia la importanza, e come riesca un obbietto la incertezza di questo motore. In fino a che di fatto limitossi il profitto che se ne traeva a muovere la barca nella direzione precisa in cui soffiava, ben si vede quante spesse volte dovesse mancare ai bisogni dei naviganti; ma ben presto videro questi potersi con opportuni artifizii adoperare quell' agente anche per camminare in altre direzioni, e si giunse poscia a tanta abilità nel maneggio delle vele da potersi avanzare anche quasi di contro al vento, e questo motore divenne generale, e fu quasi l' unico adoperato pei viaggi sul mare prima che si applicasse a quelli il vapore, ed è tuttora uno dei mezzi adoperati a quel fine per la grande economia che presenta in confronto a questo ultimo,

la quale compensa fino ad un certo segno il discapito della incertezza. Se si volesse partitamente spiegare come la forza del vento si applichi ai vascelli di varie forme, secondo i diversi sistemi di alberi e di vele occorrerebbe un intero volume, e crediamo doverci perciò limitare a dare una idea generale delle più importanti condizioni relative a questo argomento.

I costruttori di navi hanno bisogno di misurare la superficie delle vele, e di fissare: 1.° la posizione del centro di gravità di ciascuna vela; 2.° il centro di gravità dell'insieme di queste vele. Di fatto, a cose uguali, più questo ultimo centro, che si chiama *centro del sistema delle vele*, si trova elevato al di sopra del centro di gravità, più la forza del vento tende ad inclinare la nave, ed a farla capovolgere. Si ammette che tutte le vele che girano intorno ai loro punti di sospensione, sieno insieme riportate nel piano di simmetria della nave. Si dividono queste vele in triangoli, dei quali si determina la superficie ed il centro di gravità. Se la vela è triangolare, a superficie eguali, il suo centro di gravità sarà più elevato di quello d'una vela quadra che avesse la medesima base. In fatti per la vela triangolare sarà posto al terzo dell'altezza, mentre per la vela quadrata sarà a metà di quest'altezza. A circostanze tutte eguali del resto la forza del vento agisce adunque con maggior pericolo di far rovesciare il vascello, usando vele triangolari di quello che con vele quadrate.

Le vele triangolari, impiegate sopra tutto nei bastimenti che navigano nel Mediterraneo, hanno d'altra parte il grande vantaggio d'andare a cercare molto in alto con la loro sommità la menoma breccia di vento che soffia nella bella stagione allo sbocco delle numerose vallate che presenta ai navigatori il territorio generalmente montuoso delle coste mediterranee della Spagna, della Francia, dell'Italia, della Corsica, della Sardegna e della Grecia.

Ma queste vele sono meno maneggiabili, e, come abbiamo rilevato, meno favorevoli alla stabilità di quelle quadrate, ed ecco perchè i bastimenti del Mediterraneo passando in un mare fierissimo, come l'Oceano, lasciano le vele triangolari e prendono quelle quadrate.

A misura poi che vennero usati più grandiosi vascelli, si dovette su ciascuno moltiplicare il numero delle vele, per non farle di grandezza sproporzionata alla forza degli uomini che devono manovrarle, non tanto in tempo di calma, quanto di burrasca.

Per tale ragione successivamente impiegaronsi due, tre ed anche quattro alberi verticali, non contato quello inclinato sulla prua, e senza decomporsi ciascuno in due o più parti indipendenti, di cui ognuna portassero la sua vela col mezzo di schermotti o butta fuori da destra e da sinistra, che possono stendersi e ritirarsi a piacere. Indipendentemente da queste vele, se ne pongono altre tagliate in forma di triangolo o trapezio fra gli alberi verticali e su quello inclinato che è alla prua, detto *bompresso*.

Le vele dei vascelli, oltre al servire a raccorrere la forza del vento perchè quelli camminino, giovano altresì a minorare le agitazioni che vi producono il rullio ed il beccheggio, specie di movimenti che si operano il primo trasversalmente, cioè da un fianco all'altro, il secondo dietro un asse orizzontale diretto dalla poppa alla prua. Secondo la direzione delle vele si oppongono desse con la superficie che presentano all'aria all'uno od all'altro di questi movimenti od anche a tutti due in proporzioni diverse.

Premesse queste brevi generalità sulla disposizione delle vele, faremo ora com-

prendere come mediante la forza del vento, che agisce in una data direzione, il navigatore giunga con la sua arte ad avanzarsi, non solo seguendo la direziona naturale del vento, ma scostandosi a piacere da questa direzione, per far con essa un angolo piccolissimo più o meno acuto, un angolo retto od un ottuso, per risalire così contro l'origine del vento, facendo con la direzione di esso un angolo maggiore del retto. Allorchè il naviglio fa l'angolo il più grande possibile con la direzione opposta, si dice che *naviga il più possibile al vento*, cioè a dire che s'approssima quanto più è possibile a camminare contro al vento.

Suppongasi un vascello in tal posizione che la linea retta condotta dal mezzo della sua poppa al mezzo della sua prua segua la direzione stessa del vento, essendo la prua in avanti, e si orientino le vele perpendicolarmente a questa direzione. Queste vele, unitamente al vascello, essendo simmetriche relativamente al piano verticale che va dal mezzo della poppa al mezzo della prua, non vi è ragione perchè il naviglio si devii verso la destra piuttosto che verso la sinistra riguardo alla direzione del vento, e dee perciò seguitare questa medesima direzione. Tale è il cammino diretto che dicesi *col vento in poppa*.

Si supponga adesso di far girare il timone in un dato senso; tosto il vascello girerà nel senso opposto, prendendo una direzione obliqua che dipenderà da quella del timone e delle vele. In ogni caso se la forza del vento agisce perpendicolarmente sopra una vela, trasmetterà nella propria direziune il suo impulso all' alberatura e per conseguenza al vascello. Se la forza del vento agisce obliquamente sulla vela, bisognerà decomporla in due, l'una nel senso della vela che non produrrà alcun effetto, l'altra nel senso perpendicolare, che produrrà il suo pieno ed intero effetto sull' alberatura e sul vascello.

Nella direzione del vento al più presso la prua s'accosta più della poppa alla parte donde viene il vento; le vele sono oblique e ancora più oblique, per riguardo alla direziona del vento, del vascello stesso. Allorchè il vento viene a percuotere queste vele, la sola forza che agisce, e che è perpendicolare alla vela si decompone, come abbiamo detto, in due altre: la prima perpendicolare alla larghezza del vascello tende a spingerlo perpendicolarmente a questa larghezza, movimento che incontra un'enorme resistenza e che perciò è pochissimo sensibile; la seconda diretta paralellamente alla lunghezza del vascello che prova una resistenza più o meno grande, e per conseguenza fa avanzare il vascello in questo senso, assai più di quello che cammini nel senso trasversale.

Rischiareremo questi effetti con un esempio. Sia A B (fig. 9 della Tav. XXV delle *Arti del calcolo)* l'asse d'una nave, e la retta M N rappresenti la proiezione di una vela appoggiata ad un albero in O. Rappresentando O P in grandezza e in direzione la forza X con cui il vento spinge la vela, si costruisce il paralellogrammo rettangolo O C P D, di cui O P sia la diagonale. La forza O P si decompone in altre due; la prima O C, essendo nel senso della vela M N, non produce verun effetto per far progredire la nave; la seconda O D, perpendicolare alla vela, è la sola che spinga, la vela, l'albero e la nave. Ma O D si decompone anch' essa in due altre forze: la prima O E, nel senso dell' asse di simmetria, tende a far progredire la nave; la seconda O F la spinge di traverso, e produce il moto laterale, che chiamasi *deriva*, o declinazione dal retto cammino. Il costruttore di navi, ed il na-

vigatora dabbono combinare i loro modelli e le loro manovre di tal maniera, che la forza O E produca il massimo effetto possibile, e che la forza O F non produca che la minima deriva possibile.

Nel paralellogrammo A B C D, (fig. 10) se l' angolo B A C è molto aperto, o molto ottoso, la diagonale A D sarà cortissima. A misura che l' angolo B A C si restringe la diagonale A D si allunga, fino a che l' angolo B A C divenendo nullo, la A C si sovrappone alla A B, e così la risultante diviene uguale alla somma delle componenti. Non potrà adunque giammai la risultante delle forze A B, A C, uguagliare la somma di queste due componenti, se non nel caso in cui l' angolo B A C sia nullo.

È chiaro da tuttociò tanto maggiore essere la forza utilizzata del vento quanto più le vele si avvicinano ad essere perpendicolari alla chiglia della nave ; tanto minore quanto più la direzione delle vele avvicinasi ad essere paralella a quella della chiglia. A misura che la direzione del vento avvicinasi a divenire direttamente opposta a quella in cui cammina la nave, fa duopo dare alle vele una inclinazione sempre più grande alla perpendicolare con la chiglia : allora la forza che tende a spignere di traverso la nave va sempre più crescendo, mentre invece diminuisce quella che tende a farla camminare nel senso della chiglia. Si reputa in generale che l' angolo che fa il vento con la strada che dee percorrere la nave non debba mai essere minore di 60 a 70 gradi.

Per valutare di quanto il bastimento devii dalla direzione della chiglia, misurasi l' angolo che fa questa col solco che lascia alla superficie dell' acqua il passaggio della nave, la quale valutazione non può farsi però che approssimativamente.

Quando il vento impedisce che la nave segua il suo cammino direttamente, fa duopo in allora di bordeggiare, cioè avanzare in direzioni molto inclinate a quella che si vorrebbe, alternando ora in un senso ora nell' altro, cioè descrivendo una linea a zig zag, nel qual caso si avanza tanto maggiormente quanto più grandi sono gli angoli che formano fra loro le linee di codesti zig zag.

A quella stessa maniera però che abbiamo veduto essersi cercato di valersi della forza delle correnti d' acqua per ispingere le barche contro queste correnti medesime, nella stessa maniera, diciamo, si è proposto altresì di valersi della forza del vento, per andare contro al vento medesimo.

Un tale progetto annunziossi fino dal 1835 dall' ingegnere di Milano Gioseppe Bruschetti, poscia formò soggetto di esame al Caligny che assoggettò alcune riflessioni in proposito alla Società filomatica di Parigi nella tornata del 30 maggio 1840, dicendo però di avere comunicato questa sua idea fino da otto anni prima a parecchi ingegneri. Riferiremo un sunto delle riflessioni accennate dal Caligny.

Dato un mulino a vento comune suppongasi che sia in quiete, e che la forza del vento vi giunga in direzione paralella all' asse. Questa forza si decomporrà in due sulle alie ; una parte di essa tenderà a farle girare e l' altra a spignerle nel senso dell' asse medesimo, ed è chiaro che se l' angolo di un elemento dell' alia con la direzione del vento è molto piccolo, la porzione della forza che tenderà a far girare l' ala sarà maggiore di quella che tende a spignerla nel senso dell' asse. Trasmettendosi adunque il moto rotatorio delle alie a ruote simili a quelle delle barche a vapore, od a meccanismi di altro genere che trovino un sufficiente punto di appoggio, si comprende, teoricamente, come la forza del vento possa valere a far

risalire una barca contro al vento direttamente senza bordeggiare. Quantunque a primo aspetto ciò sembri assurdo, riflettendovi vedesi essere cosa consentanea alla ragione, mentre è ben noto che quando una nave cammina bordeggiando si avanza in fatto contro al vento per effetto di una decomposizione di forza, con la sola differenza che agisce sopra un punto d'appoggio di altra natura.

Si considerarono fin qui le cose staticamente o tutto al più in relazione a quanto succede sull'incominciare del moto. Nel corso di questo però è ancora più facile venire alla conclusione precedente quando si abbia riguardo al principio della trasmissione della forza. Affinchè in vero la barca avanzi contro il vento basta che l'effetto prodotto dall'urto dell'acqua sulla barca e dalla resistenza dell'aria sull'intero sistema non superi l'azione delle alie sulle ruote laterali, non considerando le perdite di forza viva che succedono in tutte queste trasmissioni del moto. È quindi evidente che, essendo assai rapida la rotazione delle alie, se la velocità della barca non passa certi limiti, le due quantità della forza motrice e della resistenza si contrabbilanceranno, e la barca progredirà, poichè altrimenti vi sarebbe azione motrice senza resistenza contrapposta. Dopo ciò si vede potersi altresì trarre vantaggio dalle inclinazioni ordinarie dalla direzione del vento per approfittarsi dell'effetto che produrrebbe un angolo più acuto al principio del movimento. Osservava il Caligny che rimarrebbe ad esaminarsi quale fosse il migliore sistema di alie, poichè, dietro il principio della trasmissione delle forze, non sarebbe impossibile a rigore di far uso di qualsiasi altra specie di ruota, come, per esempio, di quelle comuni a reazione. Siccome però deesi tenere conto della resistenza del fluido sul piano della ruota, così un sistema di alie mobili analogo a quello onde si è parlato sembrerebbe al Caligny dover meglio soddisfare al doppio scopo, malgrado la maggior perdita di forza viva sulle alie che vi succede.

Considerando nondimeno tale quistione dal lato della pratica, nun anima certo a sperarne alcun buon effetto, l'analogia del poco successo ottenuto dai varii mezzi propostisi per rimontare le correnti, e lo stesso Caligny non sembra contarvi sopra gran fatto. La difficoltà, è invero, assai grande; imperocchè, mentre l'azione diretta del vento si fa senza alcuna perdita, quando invece si tratta di camminare contro esso, sussiste in tutta la sua forza l'aziona diretta, e quella che si trasmette col mezzo di ruote a pale o di altri congegni, i quali trovino il loro appoggio nell'acqua, risulta diminuita di tanto quante sono le perdite che cagionano, come è ben noto, il modo di agire di questi congegni medesimi, gli attriti ed altro. Fermamente crediamo pertanto non poter certo valere contro al vento il metodo proposto dall'ingegnere Bruschetti sopraccitato di porre sulle barche una ruota ad alie affatto simile a quelle dei MULINI *a vento* (V. questa parola), il cui moto si trasmettesse con ingranaggi a ruote a pale poste di fianco alla barca. Riteniamo che, malgrado un tale meccanismo, la barca andrebbe a seconda del vento, anzichè a contraria di quello. Non crediamo questo mulino vantaggioso neppure nel caso in cui spirasse il vento in favore, attesochè le pale delle ruote nell'acqua, ove non si movessero con velocità maggiore di quella data alla barca dal vento, produrrebbero un ritardo nel cammino, anzichè accelerarlo. Questi medesimi obbietti sussisterebbero, a nostro credere, quando il vento soffiasse in direzione più o meno obliqua al cammino della barca; divenendo tuttavia minori

quanto più crescesse la obliquità, cioè quanto più la direzione del vento si avvicinasse ad essere perpendicolare a quella che segue la barca. Siccome però in tal caso l' azione del vento sulla ruota ad alie che presenta una specie di vela farebbe inclinare le barche, le ruote a' pale non sarebbero opportune, poichè l' una uscirebbe dall' acqua, e l' altra vi si immergerebbe di troppo. Confessiamo quindi non essere persuasi che si possano applicare alla pratica le teoriche del Caligny, nè trarre vantaggio dalla proposta dell' ingegnere milanese, e le abbiamo qui solo accennate per compiere la storia dei mezzi d' impulsione propostisi e per disingannare quelli che mettessero in esse qualche speranza.

Motori artifiziali.

Siccome abbiamo veduto qui addietro i motori naturali, se da una parte sono i più vantaggiosi, e per la regolarità dell' effetto e per la grandissima economia, non cagionando alcuna spesa, dall' altra hanno il grandissimo inconveniente di non trovarsi sempre, nè dappertutto, nè in quella misura che occorre, sicchè i viaggi che far si possono col loro mezzo o si limitano a linee date e invariabili, o sono sempre incerti più o meno, e quanto al tempo in cui si possono imprendere e quanto alla loro durata. Perciò accade spesso il bisogno di ricorrere ad altri motori, che, per distinguerli dai primi, chiameremo *artifiziali*, e dei quali terremo qui appresso parola.

Motori animati.

Le forze dell' uomo e degli animali che giunse a farsi soggetti, impiegansi quali motori, come a tanti altri usi anche a quello di spignere innanzi le barche, ed i mezzi che impiegano a tal fine sono talvolta diversi, ma tal altra ancora comuni, sottoponendosi ad uguale modo di lavoro l' uomo o la bestia, secondo che è maggiore o minore la forza di che si abbisogna. Brevi considerazioni faremo pertanto sui mezzi impiegati da questi agenti per lo scopo di cui si tratta.

Remi. Fra i mezzi artifiziali di spignere innanzi la barca, come notammo parlando già della storia della navigazione, uno fra i primi e dei più semplici dovette essere quello di spignere stando sulla barca con una pertica contro al fondo o contro alle sponde del canale o del fiume, ed a questo medesimo offizio spesso oggidì s' impiegano i remi, tuttochè lo scopo principale di essi quello sia di vogare, cioè di spignere innanzi la barca appoggiando contro all' acqua la pala mossa con una certa velocità.

Quale sia la forma dei Remi si disse a quella parola, e nell'articolo Barca in questo Supplemento si è detto in qual modo agiscano (T. II, pag. 197), e quali vantaggi presentino (pag. 217). Ma si è ivi notato altresì come l' uso di essi esiga qualche perizia, per saperli girare in guisa che presentino tutta la larghezza in senso utile, e lo spigolo invece nel retrocedere. Perciò ove manchino esperti barcaiuoli riesce d' imbarazzo il far progredire coi remi la barca, occorrendo inoltre una certa forza della mano. Per evitare l' inconveniente del bisogno di esperto barcaiuolo si fecero remi ai quali bastasse applicare la forza di qualsiasi uomo il più rozzo ed inesperto. I Cinesi adoperano remi di tal fatta che differiscono da quelli europei pel movimento e pel modo di sospensione, non occorrendo destrezza alcuna nel rematore, il cui lavoro consiste nello spignere e successivamenta tirare a sè : potendo qualunque inesperto farli tosto agire quanto il più abile barcaiuolo.

Componesi questo remo cinese di due parti, cioè di una pala robusta che pesca nell'acqua e di una spranga che viene nella barca, fortemente unite con caviglie e poste immediatamente sul di dietro della poppa. Il movimento da destra a sinistra si fa mediante la sospensione della parte interna del remo sopra un pernio di ferro solidamente stabilito in alto della ruota di poppa, mentre la stessa parte interna del remo tiene alla cima una corda, l' altro capo della quale è fissato sul ponte della barca o in mancanza di questo sul paramezzale. La spranga del remo ha una guernitura di metallo con incavo di forma conica nel punto ove poggia sul pernio di ferro. Il timoniere tira o spigne il remo, ed utilizza l' inclinazione che vi produce il foro conico, mentre la corda, trattenendo la cima del remo, l'obliga a descrivere degli archi il cui centro è il punto inferiore della corda, avanzandosi in tal guisa la barca con sorprendente velocità. Quello che distingue i remi cinesi è la proprietà loro di non uscire mai dall'acqua, i nostri non rimanendo immersi che per un terzo circa del tempo. È da osservarsi inoltre che i Cinesi, come dicemmo, usano un solo remo posto dietro ad una scialuppa, il quale, nell'atto che fa avanzare la barca, fa l'offizio altresì di timone; quando la barca è più grande e l' equipaggio numeroso, mettonsi talvolta due remi uno per parte della ruota di poppa. Quando il remo è assai grande, e vi si vogliano applicare parecchi uomini, inchiodansi sui lati di essi impugnature, come per le galere o simili navi; non vi si applica tuttavia per lo più che un solo barcaiuolo, il quale non può quindi far camminare che una scialuppa leggera.

All' articolo REMO si è parlato della *pagaie* degli Indiani, molto analoghe ai remi cinesi, e si è detto come siensi imaginate macchine per muovere varii remi ad un tratto, le quali supplissero così alla destrezza dei barcaiuoli. Siccome però questi meccanismi possono anche venire mossi da forze inanimate, come quella del vapore o simili, così ci risserbiamo di parlarne là dove tratteremo dei varii mezzi di spinta proposti od adoperati con quel motore. Possono considerarsi anche come una specie di unione di varii remi le ruote a pale che talvolta per piccole barche muovonsi a braccia, piuttosto per diporto che altro. La molta forza che esigono tuttavia queste ruote ad essere mosse con qualche velocità, massime se le barche sono un po' grandi, fanno sì che più di frequente diasi loro il moto col mezzo di animali o col vapore, e però alcuni cenni intorno ad esse faremo più innanzi del presente articolo, rimandando sempre del resto all'articolo speciale di esse per quanto riguarda i particolari della costruzione e delle loro proprietà delle ruote.

Rimurchio. Quella maniera di spinta che qui abbiamo a considerare ha questa sola particolarità che i remiganti, in luogo di essere collocati sulla barca stessa che deesi far avanzare, stanno in un'altra che la tiene attaccata e se la trae dietro con una fune. Adottasi questo mezzo unicamente per guadagnare spazio sulla barca, o perchè, essendo quella troppo grande, l' uso dei remi vi riuscirebbe incomodo soverchiamente. In tutti gli altri casi, dove non sia assolutamente necessario, l' uso dei rimurchi è da evitarsi, in quanto che avvi sempre una perdita di forza nella resistenza che oppongono più barche invece di quella che presenterebbe una sola. Non è questo il luogo naturalmente di parlare dei rimurchi a vapore dei quali discorreremo a suo luogo.

Alzaia. Allorchè il corso delle barche si limita a canali o fiumi di discreta larghezza, un mezzo molto semplice di farle avanzare è quello di attaccarvi una fune,

la quale venga tirata da un motore qualunque che proceda lungo la sponda, e questo mezzo per la grande semplicità sua dee certo da molto lungo tempo essere stato conosciuto ed adoperato. I motori animati, e principalmente l' uomo ed i cavalli, sono quelli che più ordinariamente s' incaricano di questo offizio, e dei quali qui avremo ad occuparci.

I vantaggi economici che si possono trarre in tal caso dagli uomini o dai cavalli applicati quali motori variano secondo le circostanze, quantunque possa dirsi in generale i cavalli essere più vantaggiosi ogni qualvolta la forza da impiegarsi superi quella di tre uomini. Quando la strada della alzaia è bene stabilita giova valersi di cavalli; all' opposto saranno da preferirsi gli uomini se le strade sono difficili e se l'azione è interrotta da frequenti manovre. Tali sono le più generali considerazioni; ma ve ne ha di particolari ad ogni caso, ed interessa tenerne conto per determinare quale sia il motore più economico. Queste speciali considerazioni si riferiscono alla velocità con cui dee farsi il trasporto, alla natura delle merci da trasportarsi ed alle condizioni locali.

Nell' articolo Alaggio nel Dizionario (T. I, pag. 277) dicemmo in qual modo dispongansi le alzaie secondo che devono tirarsi da uomini o da cavalli, e quanto qui diremo non sarà che un' aggiunta a ciò che ivi si trova.

Gli uomini tirano l' alzaia mediante cigne o corde passate talora a tracolla, talvolta trasversalmente sul petto, ed attaccate, se sono molte, con una corda particolare alla corda generale di alzaia. La lunghezza di queste corde ed il punto in cui si attaccano alla corda principale sono tali che gli uomini trovinsi disposti sopra una stessa linea paralella alla sponda, sicchè camminino in fila l' uno dietro l' altro, potendo così farsi la strada molto più stretta. Dispongonsi alla stessa guisa i cavalli, se ve ne ha varii, i quali tirano con bilancini attaccati parimenti con corde alla fune generale di alzaia. Questa fune, che trasmette alla barca l' azione dei motori, è legata con quella mediante una semplice caviglia od un albero.

Da questa disposizione risulta, come notossi all' articolo sovraccennato, che camminando i motori lungo la sponda e la barca seguendo nell' acqua una direzione paralella, non le viene trasmessa la forza nel senso del moto, sicchè vi ha di necessità decomposizione di questa forza medesima. Ora è ben noto la decomposizione d' una forza essere tanto maggiore quanto più è grande l' angolo che fa con la direzione del moto, pel che conviene cercare di scemare quest' angolo, od avvicinando la barca alla sponda, lo che non è sempre possibile, o prolungando molto l' alzaia, dal che ne vengono pure inconvenienti. Siccome poi questa inclinazione della forza motrice con l' asse del movimento, produce lo stesso effetto tanto nel piano orizzontale che in quello verticale, così il motore peggiora di condizione quando trovisi in un piano elevato: perciò procurasi sempre che le strade d' alzaia sieno basse, a livello poco diverso da quello delle barche.

La inclinazione con cui si trasmette la forza alla barca tende continuamente ad avvicinarla alla sponda, e fa duopo quindi impiegare un' altra forza per mantenerla nella direzione che dee seguire. Questa forza si ottiene o mediante pertiche con le quali gli uomini posti sulla barca agiscono contro al fondo del canale o del fiume, con remi o col timone. In questi ultimi casi il punto cui è fissata la fune tirata dai motori, il quale diremo *punto di attacco*, ha grande influenza sull' effetto ottenuto. I remi od il timone hanno l' unico effetto di tenere così incli-

nata la barca che la resistenza che prova movendosi nell' acqua produca una forza opposta a quella che l' attirava verso la sponda. Siccome questa ultima forza agisce al punto di ettacco, mentre l' altra opera in un punto che dipende dalla lunghezza del timone, dalla forma della barca e simili, e siccome queste due forze devono distruggersi, così converrà che il punto di attacco sia precisamente quello cui è applicata la risultante della pressione dell' acqua contro la barca. Praticamente determinasi prima per abitudine il punto d' attacco, poi disponesi il timone in maniera da ottenere l' effetto sopra indicato, cosicchè se il punto d' attacco non è scelto opportunamente, come spesso succede, impiegasi molto più forza per tirare la barca di quello che ne sarebbe abbisognata se lo si avesse determinato a dovere.

Il buon collocamento del punto d' attacco, uno dei cui effetti abbiamo ora considerato, è la circostanza più importante pel movimento delle barche con l' alzaia, e per l' arte del barcaiuolo; abbraccia desso tante pratiche considerazioni che sarebbe impossibile darne una rigorosa teorica; la riassumeremo tuttavia di maniera da indicare verso quali condizioni debba l'applicazione dirigere ogni sua cura.

Il punto di attacco, preso assolutamente, dovrebbe sempre trovarsi nel centro del solido che rappresenta la parte della barca immersa nell' acqua; siccome però converrebbe a tal fine prenderlo al di sotto del livello, così la quistione si ridurrebbe a riavvicinarlo a quel punto più che fosse possibile. Facilmente si scorge che quanto più lontano dal centro del solido resistente è il punto di attacco, maggiore diviene la forza da farsi per tirare l' alzaia; può in vero supporsi nello spazio una linea che congiunga il punto di attacco ed il centro di cui parliamo; vedesi allora sensibilmente che le due forze di traimento e di resistenza applicate in questi due punti non possono farsi equilibrio senza il concorso di una terza forza, la quale sarà tanto maggiore quanto più grande sarà la distanza dal punto di attacco al centro di resistenza. Siccome questa forza non viene prodotta che da un movimento della barca che ha per effetto di aumentare l' acqua rimossa, così la resistenza proporzionale sarà aumentata.

Il modo come è ripartito il carico sulla barca molto anch' esso influisce sulla scelta del punto di attacco, a tal che nel caso di una barca caricata maggiormente alla parte posteriore varrebbe meglio ricondurla alla posizione orizzontale, mediante la decomposizione che si potrebbe ottenere variando il punto di attacco, di quello che lasciarla nella posizione inclinata che le dà il carico attaccando nel centro di resistenza la corda dell' alzaia. La ragione sta in ciò che nella posizione inclinata all' innanzi o all' indietro l' abbassamento dell' acqua da una parte od il rialzamento di essa dall' altra divengono notevolissime.

Il movimento delle barche in tal guisa è quindi soggetto, come vedemmo, a tante cause variabili di resistenza che è difficile stabilire il lavoro che possono dare gli uomini od i cavalli tirando l' alzaia. Tuttavia negli articoli Resistenza e Rimurchio del Dizionario (T. X, pag. 453 e T. XI, pag. 9) vedemmo essersi fissato in generale da 300 a 360 le tonnellate condotte da un cavallo su grandi barche alla distanza di un miriametro al giorno, e da 60 a 80 tonnellate il peso che può tirare un uomo alla stessa distanza, e si è accennato altresì a quanto possa fissarsi l' aumento di resistenza prodotto dalla azione del timone per la direzione obliqua nella quale si tira.

Per dare una idea altresì della spesa cagionata da questo mezzo di dare il moto

alle barche riferiremo alcune notizie fornite da Augusto Perdonnet relativamente ai fiumi e canali della Francia, e da lui attinte alle fonti migliori.

Sopra un canale di grande sezione, dove abbondi l' acqua ed i sostegni non sieno molto frequenti, come, per esempio, sul canale da Mons a Condè, ritornando indietro con metà del carico, il trasporto può farsi al prezzo di un centesimo e mezzo per tonnellata ad ogni chilometro: potendo tornare indietro con un carico intero il trasporto non costerebbe forse che un centesimo ad un centesimo a un quarto. Quando avvi molto concorso sul canale di S. Quintino, come fu nel maggio 1832, le spese di trasporto non superano i due centesimi, quantunque abbiansi a passare due sotterranei a parecchi sostegni, la navigazione sia ancora imperfetta e le barche tornino indietro quasi sempre vuote. Sul canale di Givors, dove le barche non portano che 100 tonnellate al più, mentre sul canale di San Quintino ne portano solitamente da 140 a 150, essendovi 28 sostegni sopra una lunghezza di 17 chilometri, il costo di trasporto è di circa 1$^{cent.}$,6 tornando indietro col carico intero, e di 2$^{cent.}$,4 tornando con metà del carico. Sul canale di Linguadoca, dove si adoperano cavalli, malgrado i molti sostegni, non valutasi la spesa di trasporto a più di 1$^{cent.}$,7 a 2$^{cent.}$. Sul canale del centro, le cui barche non caricano che 60 a 80 tonnellate secondo l' altezza dell'acqua, il trasporto costa 2$^{cent.}$8: questa spesa può giugnere a 5$^{cent.}$ sopra un canale angusto ed anche più sopra un canale qualunque, se non vi ha gara fra i barcaiuoli. Si è fin qui inteso parlare solo di merci compatte e pesanti come il ferro ed il carbon fossile, avendoci spesso molta differenza per le merci di valore o di molto ingombro. Il trasporto, ad esempio, per acqua da Brusselles ad Anversa, il quale si fa in parte sul canale, in parte sul Rappel e sull' Escaut, e non costa che 80 centesimi per la distanza totale di 48 chilometri ad ogni tonnellata di merci pesanti, costa invece 3$^{fr.}$,60 pel caffè, per lo zucchero e pel tè, e 6$^{fr.}$ per le merci molto voluminose, come il cotone e simili.

Il viaggiatore sui fiumi offre risultamenti meno sicuri. Tuttavia si sa che da Rouen a Parigi il trasporto costa 30 franchi alla tonnellata, e che invece discendendo da Parigi a Rouen è di 15 franchi soltanto. Sulla Saône il costo alla tonnellata ed al chilometro è di 12 centesimi. Finalmente sul Rodano è di 18 a 20 centesimi risalendo, a di 4, a 5 centesimi discendendo.

L' uso dei motori con l' alzaia rende necessario di lasciare una strada su cui i motori camminino, e lo stabilimento di questa riesce talvolta assai costoso e presenta molte difficoltà, le quali dipendono o dalla ripidezza delle sponde o dalla troppa inclinazione di esse, sicchè avendovi frequenti inondazioni viene impedito di fondarvi una strada. Queste difficoltà non si presentano in pari tempo su tutte due le sponde, sicchè quando diviene troppo difficile lo stabilire da un lato una strada se la stabilisce dall' altro. Da ciò ne segue che di raro la strada dell' alzaia di un fiume resta sempre sopra una sponda medesima, e che le barche sono obbligate a frequenti manovre, cangiando ad ogni tratto motore o trasportando questo da una sponda all' altra con remi o pertiche, di raro trovandosi ponti per fare a luogo opportuno questo tragitto.

Le manovre da farsi per tirare l' alzaia sui canali sono molto più semplici e meno numerose, limitandosi ai passaggi dei sostegni, dei ponti od all' incontro di due barche. Pel passaggio dei sostegni i motori continuano il loro cammino, arrestandosi solo quando la barca è giunta nel bacino dei sostegni, senza altra precauzio-

ne che di dirigere opportunemente la corda. Come si abbia a condursi nel passaggio pei ponti o nell' incontro delle barche si disse abbastanza nell' articolo ALAGGIO del Dizionario.

Una osservazione che mutò faccia al mezzo di spignere le barche mediante l' alzaia, e ne crebbe l' importanza notevolmente, quella si fu degli effetti che produce una grande velocità, la quale fa sì che la resistenza, invece di crescere secondo il quadrato delle velocità, come stabilisce la regola generale, giunta ad un certo limite considerevolmente decresce. Abbiamo veduto in vero nell' articolo NAVE (pag. 391) quale effetto presentino le barche tirate talvolta con grande velocità dalle balene sollevandosi dall' acqua e strisciandovi sopra con immersione molto minore di quella che al loro peso si converrebbe, col che, venendo realmente a scemarsi la superficie opposta di contro all' acqua, dee di necessità diminuire altresì la resistenza che l' acqua stessa vi oppone. Quegli effetti però erano rimasti senza che alcuno pensasse di farne utile applicazione, fino a che nel 1830 caddero sott' occhio di persona avveduta, la quale ne dedusse conseguenze molto utili ed importanti. Avvenne sul piccolo canale da Glasgow a Paisley che un vigoroso cavallo attaccato alla barca di uno dei proprietarii del canale spaventossi e si mise al galoppo: il barcainolo rimase sorpreso al vedere che l' onda spumosa che seguiva la barca nell' ordinario andamento, e che recava non lieve danno al canale, era scomparsa, avanzandosi la barca portata sopra uno strato di acqua liscia e tranquilla, e che la forza pel traimento, che, secondo le idee fino allora adottate, avrebbe dovuto crescere in proporzione tanto maggiore della velocità, sembrava invece essersi considerevolmente diminuita. Houston, che era il proprietario della barca, con quella sagacia propria degli Inglesi, conobbe tosto l' interesse che poteva avere questo fatto nella pratica e diedesi ad ordinare sullo stesso canale un servigio di barche mosse con grande velocità. Tale si è l' origine delle barche a moto rapido sussistenti tuttora sul canale anzidetto e adottatesi poscia in molti altri canali, come vedremo.

All' articolo BARCA di questo Supplemento (T. II, pag. 195) riferironsi gli esperimenti fatti da Macneil per conoscere praticamente la misura delle resistenze a diverse velocità, e nell' altro articolo MOTORE (T. XXVI, pag. 341) si ebbe occasione di citare gli esperimenti fatti da Rennie pel medesimo oggetto, osservando altresì l' altezza dell' onda che si produceva. Quegli però cui particolarmente si dee una serie compiuta di osservazioni, registrata in una bella memoria sul movimento dei corpi galleggianti, è Giovanni Russell, il quale nei suoi sperimenti ebbe a convincersi che la resistenza opposta dal fluido, invece che andar sempre crescendo uniformemente in proporzione alla seconda potenza delle velocità, varia, non solo aumentando secondo altre potenze di queste velocità, ma altresì diminuendo. Due serie di esperimenti consecutivi fatti sul medesimo corpo ed in circostanze identiche perfettamente, ad eccezione che per la velocità, gl' indicarono nella prima le resistenze crescere come i cubi o terze potenze delle velocità; nella seconda serie avervi una diminuzione della resistenza, mentre che la velocità diveniva maggiore.

Indicazione delle esperienze	Spazio percorso in metri	Tempo in secondi	Velocità al secondo in metri	Resistenza in chilogrammi
		Primo esempio :		
1.ª Esperienza . . .	304^{m},79	117^{m},5	2^{m},60	105$^{chil.}$,64
2.ª Esperienza . . .	304 ,79	93 ,5	3 ,25	192 ,70
		Secondo esempio :		
3.ª Esperienza . . .	804 ,65	302	2 ,67	118 ,34
4.ª Esperienza . . .	152 ,39	35	4 ,36	113 ,80

Nel primo di questi esempi le velocità essendo presso a poco nella relazione di 85 a 106, le resistenze sono presso a poco come le terze potenze delle velocità; e nel secondo caso l' aumento delle velocità essendo di circa 9,494 metri a 15,449 metri all' ora, le resistenze trovansi diminuite nella proporzione di 26,1 a 25,1.

I risultamenti delle ricerche fatte da Russell per determinare la relazione fra le resistenze del fluido e la velocità del galleggiante tendono a stabilire:

Che la resistenza non istà in proporzione del quadrato della velocità se non se nel caso in cui questa velocità non sia molto grande e la profondità del fluido notevolissima;

Che gli aumenti di resistenza sono maggiori dei quadrati della velocità quando questa si avvicina ad un certo valore che dipende dalla profondità del fluido;

Che a questo punto le resistenze acquistano un primo massimo, al quale, dietro a certe condizioni che risultano dalla forma del corpo e dalle dimensioni del fluido, queste resistenze possono divenire infinite;

Che immediatamente dopo avvi un punto di minimo a cui la resistenza diviene molto minore di quella dovuta al quadrato delle velocità, dopo il quale questa resistenza continua a crescere, in proporzione minore però che l'aumento dei quadrati delle velocità;

Che dietro questa legge di progressione, la resistenza giugnerà ad un secondo punto massimo allorquando si sarà ottenuta una velocità di circa 46,660 metri all'ora, dopo il qual punto diminuirà rapidamente per ogni aumento di velocità.

I risultamenti conformi a queste proposizioni ottenutisi dappoi provarono all' evidenza come i matematici avessero troppo affrettatamente ammesso siccome legge generale l' aumento delle resistenze nella proporzione del quadrato delle velocità; questo errore non veniva già da un difetto delle matematiche, ma da un errore loro proprio, in quanto che avevano fondato una teorica sopra dati incom-

pleti. Nella ipotesi fondamentali, che servirono di base ai loro calcoli eransi omesse parecchie condizioni essenziali e la più importante era quella che riferivasi al modo come ristabiliscasi in una massa liquida l' equilibrio turbato dal passaggio di un corpo galleggiante. Produconsi allora onde che slanciansi dinanzi al corpo in moto, e si propagano a grande distanza nella direzione del cammino di questo corpo, con rapidità più o meno grande, dietro una serie di ondulazioni sempre più depresse. L' agitazione che prova l' acqua in contatto col galleggiante si va così estendendo da lontano, si scomparte in tutta la massa, si attenua suddividendosi e finalmente svanisce. Il difetto dei matematici stava nel non aver voluto vedere queste onde o non averne tenuto conto nelle loro formule. Abbiamo più volte inculcato la necessità che la teorica e la pratica procedano di concerto in quanto riguarda l' industria, e se i matematici avessero chiesto consiglio ai barcaiuoli o a qualsiasi facchino che tiri l'alzaia avrebbero potuto evitare l' inganno in cui sono caduti, sapendo quelli per pratica che quando una barca un po' grande muovesi con una certa velocità è preceduta, a distanza notevolissima, che giugne spesso a più che una lega, da un tremito alla superficie dell' acqua, il quale non è che il prolungamento delle onde.

Queste ondulazioni prodotte dal moto di una barca camminano sempre dinanzi ad essa e corrono con maggiore velocità. Nella maggior parte dei casi stendonsi a tanta distanza che Russell dice aver bene spesso osservato sulla Clyde l' avvicinamento di una grande barca a vapore distante ancora una lega, manifestarsi con una fila successiva di onde che venivano ad estinguersi contro alle barche ormeggiate sull' ancora e con le oscillazioni comunicate agli alberi di quelle navi. Queste ondulazioni, che si ammucchiano in una onda possente mobile nell' angusto letto dei canali, danno il mezzo di giugnere alla velocità media di quattro leghe all' ora, cui sembrava non potersi mai giugnere in simil caso.

Quando una barca cammina in un canale ristretto con una forte velocità di 4 a 5 metri, il fluido che sposta ad ogni istante ammonticchiasi lateralmente, e vi produce come una forte intumescenza. È facile allora vedere e valutare la grandezza, la estensione ed i caratteri dell' onda, bastando per ciò arrestare la barca tutto ad un tratto: vedesi allora la barca inviare dinanzi a sè un' onda superata da una cresta acuta, che scorre rapida e solitaria sulla superficie del fluido tranquillo, portandosi fino ad una distanza di uno a due mila metri, con velocità sempre uniforme, di grandezza proporzionata alla vivacità del moto dato alla barca, ma con velocità indipendente da quella che aveva questa barca, e che sembra dipendere solo dalla profondità dell' acqua nel canale. Essendo questa, per esempio, di circa quattro piedi, la velocità dell' onda trovossi di due leghe e mezzo; ed in un canale profondo 9 piedi la velocità fu di 9 leghe. Molti sperimenti mostrarono la velocità dell'onda essere dovuta ad un' altezza presso a poco uguale alla metà della profondità, aumentata dell' altezza dell' onda: cosicchè se h rappresenta la profondità media così aumentata, la velocità sarà

$$\sqrt{2g\frac{1}{2}h} = 3,13\sqrt{h}.$$

Allorquando la velocità della barca è piccola, come di 1 a 2^m, il fluido spostato, avendo il tempo di estendersi sopra una grande superficie, non produce che una leggera intumescenza; l' onda che ne risulta è appena sensibile, va innanzi senza

azione precisa, e ben presto è lontana dal corpo che la produce. Si è allora nel caso in cui la resistenza è soggetta alle leggi credute altra volta generali, cioè cresce presso a poco nella proporzione del quadrato della velocità.

Se per altro la velocità diviene maggiore così da essere più che la metà o i due terzi di quella dell' onda, l' intumescenza è maggiore; si accumulano dinanzi alla prua varie onde successive che caccia dinanzi a sè, le quali formano un fascio di onde ammonticchiate che oppongono una maggior resistenza. Alla poppa, invece di un leggero solco, avvi una forte depressione, e l' acqua dei lati adiacenti vi si precipita per riempiere il vuoto e produce movimenti tumultuosi. Le correnti laterali che partono dai fianchi della parte anteriore della barca sotto forma di forti increspature, e che dirigonsi divergendo verso il disotto del canale vanno a battere e rompersi contro le sponde.

Se la velocità della barca cresce ancora ed avvicinasi a quella dell' onda, i movimenti onde si è parlato aumentano considerevolmente. Videsi alcune barche sollevate sul dinanzi dalla onda passatavi sotto, e che sorgeva fino al livello della prua, inclinarsi grandemente all'orizzonte, presentare al fluido grandissima superficie e provare una insuperabile resistenza. Dietro alla poppa formavasi un vuoto in cui si precipitava con forza l'acqua adiacente, che dappoi rialzavasi spumeggiando. La circostanza più sfavorevole adunque, quella che esige la maggior forza di traimento, si verifica quando la velocità della barca rimane bensì inferiore a quella dell' onda, ma ne differisce pochissimo.

La tavola seguente, fatta da Russell, dietro i suoi esperimenti del 1835, serve a dimostrare quanto rapidamente si accrescano le resistenze quando la velocità del galleggiante si aumenta soltanto in modo da avvicinarsi alla velocità dell' onda senza oltrepassarla.

Esempio N. 1		Esempio N. 2	
VELOCITÀ all' ora del galleggiante	RESISTENZA	VELOCITÀ all' ora del galleggiante	RESISTENZA
8^{m},126 . .	23$^{chil.}$,23 . .	8^{m},126 . .	43$^{chil.}$,07
8 ,779 . .	35 ,59 . .	8 ,770 . .	45 ,56
9 ,143 . .	37 ,40 . .	9 ,774 . .	68 ,91
10 ,450 . .	50 ,33 . .	10 ,450 . .	141 ,46
10 ,972 . .	56 ,67 . .	10 ,972 . .	175 ,01
12 ,191 . .	115 ,62 . .	10 ,972 . . a 11 ,550 . .	177 ,73
12 ,044 . . a 12 ,844 . .	149 ,62 . .		

La velocità dell' onda in queste esperienze era di 12,874 metri all' ora.

Gli esempii seguenti dello stesso Russel, mostrano come aumenti anche grandi di forza possono influire poco o nulla sulla velocità del galleggiante, quando questa velocità si avvicina solo ad uguagliare quella dell' onda,

Spazio	Tempo	Forza	Spazio	Tempo	Forza
metri	secondi	chilogrammi	metri	secondi	chilogrammi
30,48	10,	56,54	30,48	9,5	78,12
30,48	10,	57,80	30,48	9,30	90,68
30,48	9,5	68,23	30,48	9,2	96,71
30,48	10,	71,41	30,48	8,5	98,70
30,48	10,	89,64	30,48	9,0	108,68
30,48	10,	93,85			

In queste esperienze la velocità delle onde era di circa $30^m,48$ ogni 8,5 secondi.

L' aumento adunque della resistenza dallo zero fino alla velocità propria dell' onda segue una legge facile a stabilirsi. Supponendo che la velocità dell' onda sia di circa 12,874 metri all' ora, quella del galleggiante essendo minore e di non più che 3,218 a 4,827 all' ora, le resistenze stanno fra loro presso a poco nella stessa proporzione che i quadrati delle velocità. Se però si aumenta la velocità del galleggiante, senza però superare quella dell'onda, allora la resistenze si aumentano tutto insieme ed in ragione diretta del quadrato della velocità della barca, e quasi in regione inversa della differenza fra la velocità della barca e quella dell' onda, di modo che, crescendo come il prodotto di queste due relazioni, in certi casi la resistenza può avere per limite una quantità infinita.

Se tuttavia si può superare questo limite, e la barca giugne alla sommità dell' onda, all' istante medesimo si vede scemare incontanente la resistenza, la quale più non cresce in appresso che in una proporzione minore di quella dei quadrati delle velocità. Quando invero la barca cammina più rapida dell' onda, è costantemente portata sopra una cresta che indefinitamente rinnovasi, perchè l' acqua da essa spostata prolunga e spigne questa cresta sotto di essa. La barca trovasi come in discesa sopra un piano inclinato e la gravità ne diminuisce la resistenza o piuttosto la forza di traimento ; la curvatura dell' onda centrale diminuisce notabilmente la immersione della parte anteriore della barca ; fa sparire le onde anteriori che si accumulano dinnzi alla formazione dell' onda centrale, inoltre la barca, essendo posta sulla cima dell' onda, pesca meno nell' acqua, soffrega contro di questa con minore superficie e prova perciò una minore resistenza. Da queste due cause riunite risulta che in certi casi la forza necessaria per far avanzare le barche con una velocità di due leghe e mezzo è maggiore di quella che esige una velocità di tre leghe e mezzo, ed è uguagliata soltanto da quella che corrisponde alla rapidità di 4 leghe e un quarto. In

tal caso la resistenza presenterà un punto massimo ed un minimo.

Se aumentando sempre la velocità giugne questa ad esssere maggiore di circa un quarto che quella dell' onda, lo stato delle cose varia ancora più. La intumescenza prodotta sui lati della barca dal fluido che sposta ad ogni passo forma come un flutto sul cui dosso sembra portata, rimanendo libere la poppa e la prua. L'onda che questa intumescenza tende a produrre lasciata indietro va tranquillamente a riempire la depressione che vi si forma; le correnti laterali si limitano a lambire con moto regolare la parte inferiore delle sponde, nè vi ha sul dinanzi che una superficie piana e tranquilla. Per effetto di questa posizione e dell'emergera della barca la resistenza diminuisce e cresce in proporziona minore che il quadrato delle velocità. Per ben comprendere i fenomeni che avvengono nella ipotesi che il corpo galleggiante sia animato da velocità maggiori di quella dell' onda è da osservarsi che col camminare della barca formasi ad ogni istante una nuova onda. Qualunque invero sia la velocità il fluido gettato di fianco della prua produce una serie di onde che muovonsi con velocità minore di quella della barca e ricadono dietro alla prua di essa. Il fluido spostato che quando la barca camminava meno veloce dell' onda avanzavasi accumulato dinanzi alla barca non può muoversi in tal caso con maggiore velocità di quella dovuta all' altezza composta dell' onda e della sezione liquida in istato di quiete. Quindi rimane indietro per riempire il vuoto che lascia il passaggio della poppa Il fluido spostato viene adunque spinto sui lati dal dinanzi della barca e ricondotto sui fianchi di questa dalle accumulazioni laterali sotto forma di un'onda persistente, il cui vertice sostiene la barca in un equilibrio permanente. Il punto d'appoggio che presenta questo vertice è la causa per cui diminuisce la sezione anteriore di resistenza.

Trovasi ancora che l'agitazione prodotta nel fluido è sempre molto maggiore quando la velocità della barca è inferiore a quella dell'onda, e viceversa che questa agitazione è minore quando l' onda ha minore velocità della barca.

In questo ultimo caso la prua entra in un' acqua perfettamente cheta e piana, non essendovi alcun' onda dinanzi alla barca che vi produca agitazione; l' acqua rispinta lateralmente dalla prua della barca, vi si accumula in proporzione all' aumento di volume. che deriva dal subito entrarvi del solido e dopo il passaggio della barca la riunione dei rialzi laterali ristabilisce l' equilibrio. In tal guisa viene resa impossibile l' agitazione che produce un' onda anteriore, e si evita l' onda distruttrice all' indietro, poichè l'acqua spostata rimane ad impedirne la formazione, riempiendo il vuoto lasciato dalla barca.

Da ciò ne segue, che, come abbiamo già detto, le barche a grande velocità cagionano assai minor guasto alle sponde che quelle la cui velocità è poco inferiore a $3\sqrt{h}$. D' Aubuisson, dice aver veduto questo fatto sul canale dell' Ourcq vicino a Parigi, che ha 9 metri di larghezza alla superficie e $1^m,30$ di media profondità; la barca che vi navigava, fatta nell' Inghilterra, simile a quelle che ivi si adoperano, era lunga $22^m,70$ e della maggior larghezza di $1^m,86$; la velocità dell' onda erasi valutata a $3^m,70$. Dopo aver mosso la barca con una velocità di circa $4^m,50$ se la arrestava; vedevasi un' onda forte e bene distinta portarsi all' innanzi; quando era ad una certa distanza rendevasi la sua velocità alla barca; all' avvicinarsi dell' onda l'acqua si ammonticchiava e gorgogliava con forza al dinanzi; all' indietro si precipitava e si rialzava più volte

formando cresta acute; le correnti laterali andavano ad urtare velocemente le sponde, e si slanciavano molto al di sopra di esse. Tostochè però, mercè un grande sforzo dei cavalli, oltrepassavasi l'onda, si avanzava in un'acqua tranquilla, la prua la fendeva facilmente e le onde all'indietro nulla più presentavano di straordinario. Giovanni Russell dice formalmente che nelle grandi velocità vide sparire interamente l'onda posteriore, tanto dannosa alle sponde e pericolosa nella navigazione sui bassi fondi.

Torna adunque molto utile di condurre le barche con velocità notabilmente superiore a quella dell'onda; ma ciò non è sempre facile. Quando la velocità si aumenta gradatamente le onde divengono più forti, si accumulano sempre più sul dinanzi, e quando si è vicini alla velocità $3\sqrt{h}$, la resistenza che oppongono diviene tanto forte che spesso i cavalli, che nelle grandi velocità non sono più capaci di un grande sforzo, non potrebbero superarla. Il segreto adunque delle barche rapide consiste nel produrre dinanzi ad esse questa onda propizia, poi quando è ben formata slanciarvisi sopra e mantenervisi saldi come uno che cavalchi sulla sella. Impiegansi a tal fine barche molto lunghe, di forme aguzze e strette, trascinate da robusti cavalli; camminasi dapprima assai lentamente avendosi onde piccole e che si allontanano con prontezza; aumentasi poi tutto ad un tratto la velocità, mettendo improvvisamente i cavalli al galoppo; le onde non hanno il tempo d'ingrossare e di ammucchiarsi, e si possono superare senza gravi difficoltà. Dappoi tiransi facilmente queste barche, purchè i cavalli possano dare la velocità conveniente $3,8\sqrt{h}$. Allora queste barche esigono meno fatica per continuare il loro viaggio percorrendo 4 a 5 leghe all'ora che per camminare altrimenti facendo 2 a 3 leghe, quantunque, dietro le indicazioni della teorica adottata prima dalla matematica, la resistenza con una velocità di 4 leghe all'ora dovesse essere quadrupla di quella che dava una velocità di 2 leghe all'ora.

La esperienza che segue, fatta con un dinamometro comune ed espressa in numeri soltanto approssimativi, fa conoscere le variazioni provate dal traimento dei cavalli con velocità più grandi o minori del galleggiante e dell'onda, e lo sforzo necessario per porre la barca sull'onda. La velocità di questa ultima era di 12,874 metri (8 miglia all'ora) e la barca col suo carico pesava 5,703$^{\text{chil.}}$,50: adoperavansi due cavalli.

	SPAZIO percorso	TEMPO impiegato	VELOCITÀ all' ora	RESISTENZA
	Metri	Secondi	Metri	Chilogrammi
Dietro l' onda . . .	30,48	11,5	9,541	81,61
	60,96	11,0	9,974	90,68
	91,43	11,0	9,974	113,35
	121,92	10,0	10,972	136,02
	152,40	9,0	12,191	136,02
	182,88	9,0	12,191	158,69
	213,36	9,0	12,191	181,36
	243,83	9,0	12,191	126,70
Sull' onda	274,31	8,0	13,715	181,36
	304,79	7,0	14,562	136,02
	335,27	7,0	14,562	122,42
	365,75	7,0	14,562	126,95
	396,23	7,0	14,562	122,42
	426,71	7,0	14,562	126,95
	457,19	7,0	14,562	122,42

Quantunque tale sperienza non dia risultamenti di rigorosa esattezza, mostra però quanto sia grande lo sforzo che far devono i cavalli per superare l' onda.

La tavola seguente venne fatta dietro esattissimi sperimenti, durante i quali la barca detta il *Ruith* aveva percorso spazii considerevoli sullo stesso bacino. Le esperienze fecersi il 17 ottobre 1834, la barca col suo carico pesando 4,642$^{chil.}$,51.

Indicazione delle esperienze		Spazio percorso	Tempo impiegato	Velocità in metri al secondo	Velocità in metri all' ora	Forza motrice
		metri	secondi	metri	metri	chilogrammi
Dietro all'onda	Esp. 1	804,65	387,0	2,06	7,600	50,78
	Esp. 2	804,65	302,5	2,62	9,541	118,34
	Esp. 3	804,65	295,5	2,71	9,974	124,68
Sull' onda	Esp. 4	304,79	74,0	4,11	14,562	113,35
	Esp. 5	304,79	65,5	4,66	16,882	121,74

Qui la resistenza fu più grande a 9541 metri (6 miglia) all' ora, dietro l' onda che a 14532 metri (9 miglia) all' ora sull' onda, e la resistenza a 16832 metri (10 $\frac{2}{5}$ miglia) all' ora, fu appena più grande che a 9494 metri (5 $\frac{9}{10}$ miglia).

Un fenomeno singolare è quello che, come abbiamo notato, la velocità dell' onda è indipendente da quella della barca, e varia secondo la profondità del canale (pag. 440); diminuendo questa profondità scemasi anche la velocità dell' onda che riesce più facile a superarsi dalla barca e ad essere utilizzata così per accelerarne il moto; mentre invece con una profondità più forte lascia indietro la barca e quindi la ritarda. Così su certi canali male governati, i quali in alcuni punti non avevano che 2 piedi d' acqua invece che 5, avvenne che la barca giunta a questi bassi fondi si raddrizzava sull' onda e camminava più presto. Russel osservò che essendosi chiuso al commercio nell' Inghilterra un grande canale, la cui profondità erasi diminuita per siccità da $3^m,10$ a $1^m,52$, il movimento delle barche leggere vi era divenuto più facile di prima. A di lui credere la causa ne è evidente, attesochè la velocità dell' onda si era talmente attenuata dalla diminuzione di profondità dell'acqua che le barche, invece di restare indietro, montavano sul vertice dell' onda. Smith di Filadelfia, che viaggiò nel 1833 sul canale di Pensilvania quando i lavori non v' erano ancora finiti, osservò con istupore che la barca entrando in una parte del canale vicino a Silversford, ove la profondità era soltanto di $0^m,60$ invece di $1^m,52$ che doveva avere, la barca cessava di abbassarsi alla parte posteriore e sembrava essere trascinata con maggiore facilità che sulle parti più profonde del canale. Lo stesso Smith dice avere sovente osservato che nei canali olandesi si approfittava dell' onda per mantenere a galla sulle parti basse dei canali le barche piene di passeggieri che senza di ciò avrebbero toccato il fondo.

Il corso dell' onda essendo per altra parte tanto più rapido quanto più profondo è il canale, ne segue che quando la profondità supera il limite cui corrisponde una velocità dell' onda uguale a quella di un cavallo che va di grande galoppo, è impossibile trarre partito dall' onda, imperocchè occorre uno sforzo

molto energico per sollevare la barca, farle superar l' onda e portarla al vertice. Quando un cavallo è slanciato di forte galoppo la forza cha gli rimane per tirare, oltre a quella cha gli è necessaria per portarsi innanzi egli stesso, è cosa molto leggera; inoltre superata pure che fosse l'onda, volendo che essa non oltrepassasse la barca, ma che questa vi si mantenesse dinanzi, acciò l'onda le fosse favorevole invece che contraria, converrebbe cha i cavalli avanzassero correndo sempre di tutta carriera, locchè non è praticabile. La massima profondità cui possa approfittarsi della invenziona delle barche rapide è di 6 a 7 piedi a mezzo (3^m a $3^m,50$). Al di là di questa ultima misura l' onda ha una rapidità di circa 4 leghe, e quella che occorrerebbe mantenere alla barca perchè l' onda ne fosse propizia sarebbe di 5 leghe. Si giunse tuttavia con ingegnoso artifizio a stabilire barche rapide sul canale dalla Forth alla Clyde, la cui profondità supera gli otto piedi. Si percorre dapprima un miglio inglese (1600 metri) con la velocità di 3 leghe a $\frac{1}{4}$ all' ora, tenendosi a tale distanza dietro all' onda che sia poco sfavorevole ed abbiasi poco danno dall' accumularsi di essa alla prua. Compiuto questo tragitto, conducesi la barca vicino alla sponda dove il canale è meno profondo: slanciansi allora i cavalli al galoppo sicchè percorrano un altro miglio con una velocità di 5 leghe e un quarto a cinque leghe e mezzo, e si viene allora a trovarsi dinanzi all' onda, che divenendo vantaggiosa dà riposo ai cavalli e fa sì che possano sostenere questa corsa impetuosa per alcuni minuti: dopo un miglio tornasi alla prima velocità. Continuando alternativamente di miglio in miglio questa manovra ottiensi una media velocità di 4 leghe e $\frac{1}{4}$ a 4 leghe e $\frac{1}{2}$ con una resistenza il cui termine medio è minore della resistenza cha produrrebbe una velocità uguale alla media fra le due estreme.

Dietro quanto si è detto la velocità di una barca dee sempre porsi in relazione con quella dell' onda e, per conseguenza, con la profondità del canala da cui sollanto dipende questa ultima velocità. Suppongasi, a cagione d'esempio, che si tratti di un canale della profondità di dua metri. La velocità dell' onda, trascurando di tener conto della piccola altezza di essa al disopra della superficie fluida, sarà

$$3,13\sqrt{2} = 4^m,43\,;$$

quindi la influenza che eserciterà l' onda sulle resistenze che si opporranno alla barca non agirà che fra velocità inferiori alla metà e superiori ai cinque quarti di $4^m,43$, vale a dire fra le velocità di $2^m 50$ e $5^m,50$ od anche di 3^m e di 5^m. Converrà dunque evitare di trovarsi fra questi limiti. Le barche comuni che trasportano le merci, le quali non hanno neppur un metro di velocità, sono affatto fuori di essi. Le barche postali che fanno 10 a 11 miglia all' ora, e le cui velocità sono quindi di $2^m,78$ a $2^m,06$, giungono al limite inferiore; potranno anche, senza conseguenze, superarlo alcun poco; ma non potrebbero oltrepassarlo notevolmenta a fare tre leghe a tre leghe e mezzo all' ora senza provare una resistenza molto maggiore, a quindi senza che si aumentasse il numero dei cavalli d' alzaia; anche con tale aggiunta non potrebbe arrivare a 4 leghe. Converrebba che oltrepassasse le cinque, ed i cavalli non potrebbero dare questa velocità. Parimenti anche la profondità di un canale da stabilirsi dee porsi in relazione con la velocità dei motori che vi si vogliono impiegare. Sa questi, per esempio, sieno cavalli, siccome la maggiora velocità che possano avere mutandoli di tratto in tratto

è di 4 leghe, cioè di 16,000 metri all' ora o di $4^m,44$ al secondo, e siccome per altra parte conviene superare di $\frac{1}{4}$ la velocità dell'onda, si avrà da fare in guisa che si abbia la equazione seguente:

$$4{,}44 = 1{,}25 \times 3{,}13 \sqrt{h} ;$$

donde si deduce $h = 1{,}29$: quindi la proporzione da darsi al canale sarebbe di $1^m,29$, e se fosse maggiore se ne avrebbe danno. Questa asserzione sembrerà un paradosso a quelli che sanno, come tutti i barcaiuoli, la navigazione in generale essere tanto più facile quanto più l' acqua è profonda; ma ciò che è vero per le barche comuni non lo è più per quelle a moto assai rapido.

Altri effetti dell' intervènto dell' onda che a primo aspetto sembrano inesplicabili e quasi portentosi, sono quelli che si incontrano nell' acqua corrente dei fiumi poco profondi, dove servendosi dell' onda è talvolta più vantaggioso il salire la corrente che il discendere.

Russell cita l' esempio che segue. In un fiume a corrente poco rapida, di mezza lega all' ora, per far camminare una barca con una velocità di una lega e mezzo, si trovò più facile andar contro la corrente che a seconda, e ciò perchè l' onda nella discesa aveva una velocità di due leghe e di una lega soltanto nella ascesa, sicchè la barca, movendosi con la velocità di una lega e mezzo, trovavasi dinanzi all' onda nel salire, dietro l'onda nel discendere. In altre parole, secondo quanto dicemmo, l' onda stava in suo favore nel salire e vi era contraria nel discendere.

Parimenti in un' acqua la cui corrente aveva una velocità di 1609 metri (un miglio) all' ora, ed alla cui superficie l' onda aveva una velocità di 6437 metri (4 miglia), Russell vide la barca risalire la corrente con una velocità di 6437 metri (4 miglia) approfittando della diminuzione di resistenza che le procurava la sua posizione anteriore all' onda, mentre invece scendendo la corrente con la medesima velocità di 6437 metri all' ora provava la resistenza che faceva nascere la sua posizione posteriore all' onda. Nel primo caso la velocità dell' onda era di 4827 metri (3 miglia) e nel secondo 8046 metri (5 miglia) all' ora.

Il movimento di un' onda contro una corrente può presentare altri fenomeni curiosissimi, benchè sempre analoghi alle precedenti osservazioni. Russel vide, per esempio, un' onda muoversi in una direzione opposta a quella di una corrente fino a che fosse giunta in un punto ove questa corrente diveniva più rapida, acquistando una velocità uguale a quella dell' onda e in direzione opposta; ivi, a motivo della uguaglianza delle velocità in direzioni opposte, l' onda, senza cangiare di forma, rimaneva ferma come una massa immobile di fluido, fino a che sparisse totalmente la intumescenza dell' onda pegli effetti ben noti delle forze di affinità molecolare e di gravità che riconducono all' equilibrio e fanno passare un fluido stazionario dallo stato di agitazione a quello di quiete.

Dal 1834, in cui cominciossi ad applicare sul canale anzidetto alla pratica questa nuova teorica, fino al 1839 le barche pel trasporto dei viaggiatori tironsi sempre da cavalli con una velocità di 4 leghe all' ora. Era impossibile ottenere di più senza esaurire le forze degli animali, e tuttavia si scorgeva che un andamento di 4 leghe all' ora non era il più vantaggioso per diminuire la resistenza del fluido. Russell ebbe la fortuna di trovare negli amministratori dei canali di Scozia persone istruite, zelanti del progresso, e che gli permisero di tentare a loro spese tutte le prove in grande necessarie a confermare con la esperienza la

nuova teoria. Cercossi quindi sostituire barche a vapore a quelle tirate dall'alzaia; ma il movimento delle ruote a pale prontamente danneggiava le sponde del canale, cagionando spese di riattamento superiori alla economia ottenuta sulle spese pel movimento, locchè era contrario all' interesse della società proprietaria dei canali; inoltre ben presto si riconobbe che il motore portato dalla barca medesima era ben lungi dal dare il vantaggioso risultamento di un motore applicato all' alzaia, e per lungo tempo si dovette attenersi all' uso dei cavalli.

Per giugnere ad effetti maggiori senza essere limitati dalla velocità che il motore non può oltrepassare, fecersi prove sostituendo ai cavalli macchine locomotive. Ebbero luogo queste prove il 21 e 22 luglio 1839 sul canale del Forth e della Clyde, sotto la direzione dell' ingegnere Macneill. Su quel canale le grosse barche per merci trascinansi da cavalli con velocità di uno e mezzo a due miglia (2,41 a 3,22 chilometri) all' ora con due a cinque cavalli, secundo lo stato del tempo, e le barche di posta, trascinate da due cavalli, camminano con velocità di otto a nove miglia (13 a 15 chilometri) all' ora.

Stabilitasi sopra una sponda una strada di ferro a semplici rotaie su guancialetti di pietra, come al solito, e per una lunghezza considerevole, vi si collocò sopra la locomotiva la Vittoria costruita da Woods trasportatavisi per acqua. Il 21 incominciaronsi le esperienze alla presenza dei direttori del canale e di parecchi ingegneri, e per prima prova Macneill fece attaccare alla locomotiva, convenientemente riscaldata, la corda di alzaia della prima barca di posta arrivata, su cui erano novanta passaggeri con loro bagaglie. Perdettesi un po' di tempo per istaccare i cavalli e attaccare la corda alla macchina, questa perdita fu più che compensata dalla Vittoria che slanciossi con rapidità sulla strada, e ben presto acquistò una velocità di 17 e 1/3 miglia (28 chilometri) all' ora, e la sostenne anche in due curve che superò con tutta facilità, fino al punto in cui si dovette arrestarla avvicinandosi il termine della strada di ferro. Questa esperienza venne più volte ripetuta in quella giornata, ed ogni qualvolta presentossi una barca postale vi si attaccò la locomotiva che la condusse con uguale vivacità fino al termine della strada. In una di queste prove la corda d' alzaia, che era in cattivo stato ed assai logora, battendo con forza su di una pietra si ruppe, senza che ne seguisse altro inconveniente tranne la perdita di circa un minuto.

La macchina locomotiva adoperata non era destinata che a camminare con lentezza pel trasporto di grandi pesi, ed erasi costruita con la mira che la sua massima velocità avesse ad essere di 18 miglia (29 chilometri) all' ora. Tutti quelli però che furono presenti alla esperienza convennero che con una delle comuni locomotive che trasportano i viaggiatori sulle strade ferrate, sarebbesi giunti facilmente ad una velocità uguale a quella con cui si percorrono oggidì queste strade. I viaggiatori rimasero soddisfattissimi del movimento della barca, che riuscì più uniforme e più dolce che cul movimento dei cavalli. Queste esperienze giustificarono pienamente le teoriche di Russell, nè mai le previsioni della scienza ebbero più bel successo. Erasi calcolato, che attesa la grande profondità del canale del Forth e della Clyde, in cui l' onda si muove presso a poco con una velocità di 11 a 12 miglia (17 a 18 chilometri) all' ora, occorresse una velocità di 14 a 15 miglia (22 a 24 chilometri) all' ora, perchè la barca corresse cumpiutamente sull' onda, o come dicono gli Inglesi *ride the waves*. Non erasi potuto ottenere questa velocità, per-

chè superiore alla facoltà dei cavalli; ma erasi preveduto che a quella velocità, la barca sarebbesi innalzata sulle onde, e sarebbe scorsa dolcemente sull'acqua, senza produrre quelle violenti agitazioni che sono inevitabili con la velocità di otto e nove miglia (13 a 14 chilometri) all'ora. Questi fatti verificaronsi con due esperienze fatte con ogni cura, le quali mostrarono la esattezza del ragionemento su cui si era fondata la nuova teoria. La prima esperienza fecesi in una barca costruita opportunamente per camminare con le maggiori velocità; la seconda invece con une barca pel trasporto dei passaggeri di pessima forma, e che la macchina a vapore non potè mai riuscire a sollevare sull'onda. Nella prima esperienza la barca camminava con grande velocità, saliva e scorreva dolcemente sulla cresta di una onda tranquilla e non molto considerevole, senza lasciare dietro a sè altro movimento se non che il riavvicinarsi dell'acqua che si era divisa. Nella seconda esperienza invece, movendosi la barca con velocità minore dell'onda, sollevava sul dinanzi un ammucchiamento d'acqua di altezza considerevole che innondava gli argini e lasciavasi dietro un sobbollimento ed un ondeggiemento fortissimo e di grave danno alle sponde del canale.

Ecco i risultamenti di queste esperienze:

N.° 1. Barca postale carica di viaggiatori: venne tirata dalla macchina a vapore con la velocità di

100,57 metri in	12,4	secondi
201,14	—— 24,5	
301,71	—— 36,8	
402,28	—— 49,2	
502,85	—— 61,8;	

lo che fa una velocità di 30 chilometri o 19 miglia all'ora, salendo sull'onda, con agitazione poco sensibile della superficie del canale.

N.° 2. Barca da trasporto carica di viaggiatori con loro bagaglie, inetta a camminare con grande velocità, tirata dalla barca a vapore con velocità di

100,57 metri in	34,2	secondi
201,14	—— 65,0	
301,71	—— 96,2	
402,28	—— 127,8	
502,85	—— 158,8	
603,72	—— 190,8	
203,99	—— 221,8;	

lo che dà una velocità media di 11 chilometri o 7 miglia all'ora, con enorme flutto dinanzi che inondava le sponde, e con un flutto di dietro che danneggiava le sponde del canale.

Oltre a queste esperienze se ne fecero altre molto interessanti; così tirossi nel canale un gruppo composto di tre scuner, di tre slop, di due barche del canale e di un piccolo battello, l'insieme dei quali sommava un peso lordo di 800 tonnellate, bastando l'aderenza delle ruote della locomotiva sulle rotaie a vincere la resistenza. In altro sperimento si tirò dalla locomotiva con la velocità di 15 miglia (24 chilometri) all'ora un convoglio di barche di tale capacità da trasportare 4 a 500 viaggiatori.

Macneil ripetè simili sperimenti nel 10 e 11 ottobre dello stesso anno 1839, traendosi dietro la locomotiva tanto barche di passaggeri quanto altre di maggior dimensione pel trasporto delle merci: meritano di essere notati i fatti seguenti fra i molti altri osservatisi. Con una barca carica di passaggeri si giunse alla velocità di 20 miglia all'ora, che era il limite che poteva dare la forza della macchina. Attaccaronsi pure alla locomotiva otto barche da merci di 364 tonnellate, e che pescavano

da 2^m,600 a 1^m,460, attaccate l'una dietro l'altra. La macchina trascinò questa carica col quarto della sua forza, in ragione di 2 miglia e mezzo (4 chilometri) all'ora. Le onde prodotte dal moto delle grandi barche alla velocità suddetta, erano di natura e grandezza ordinaria; quella delle barche rapide non erano sotto nessun aspetto tali da far temere che divenissero un ostacolo all'uso di questo modo di trasporto. In una esperienza provossi a tirare quattro barche di passaggeri disposte in fila sopra una stessa linea, e il volume delle onde si divise in un'infinità di onde più piccole che si stendevano su tutta la superficie del canale; all'opposto attaccando due barche poste al pari, la onda andava dalle barche alle sponde, lo che mostra potersi modificare la forma, la estensione e la posizione delle onde. Non si osservò veruna tendenza della macchina ad uscire dalle rotaie neppure nelle maggiori velocità; per evitare questo ultimo effetto che poteva prodursi dalla resistenza delle barche rimurchiate erasi posta la rotaia esterna più alta dell'interna, sicchè la macchina tendesse leggermente a inclinarsi verso la rotaia interna.

Abbenchè propriamente questa maniera di dare il moto alle barche con locomotive spetti piuttosto alla classe dei motori inanimati di cui si avrà a parlare in appresso, tuttavia, rimettendo ivi a considerare quanto riguarda l'interesse economico di questo mezzo di spinta, abbiamo creduto utile di qui riferire i fatti precedenti, siccome quelli che compiono lo studio dell'interessante argomento delle barche a rapido corso sui canali e sui fiumi.

Negli articoli Barca e Canale in questo Supplemento (T. II, pag. 196 e T. III, pag. 300) vedemmo quali sieno le forme migliori per queste barche, quale il costo di esse e quali le spese pel loro audamento; se ne fece un confronto principalmente sotto l'aspetto economico, con le vecchia barche e con la strade ferrate, e diedersi alcune notizie statistiche sulla quantità di passaggeri trasportatisi con questo mezzo dove trovasi da alcuni anni in attività. Tuttavia, per quanto sia interessante l'invenzione delle barche a moto rapido ed importante il partito che si può trarne sui canali cha non descrivono lunghi giri, e non sono con troppa frequenza interrotti da sostegni, non conviena farsi a credere che queste barche sienu senza difetti e possano quasi considerarsi come uno dei mezzi migliori di trasporto cha si conoscano. Essendo anguste e senza ponte, queste barche non riescono molto comode pei viaggiatori, ed è ben maggiore senza confronto l'agiatezza che danno le barche a vapore spaziose, quali possono stabilirsi su tutti quei fiumi o canali, la cui profondità costante sia per lo meno di un metro, mosse da meccanismi che non danneggino le sponde a quel modo che fanno le ruote, massime nei canali non molto larghi.

Con ruote. Parlando del modo di far avanzare le barche coi remi, notossi come ai molti vantaggi che quel metodu di spinta presenta fosse da contrapporsi il discapitu della particolare destrezza che occorre pel maneggio di essi, la quale deesi praticamente acquistare, e si notarono particolari disposizioni per far sì che i remi agissero senza altra cura che quella di spignerli o di tirarli. Accennossi come fra questi mezzi si avessero da ultimo a considerare anche le ruote a pale, e nell'articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pagina 217) si disse quanto antica fosse questa idea e questa pratica. Anche attualmente vedonsi piccole barchette mosse da un uomo in esse seduto. Senza qui farci a considerare quanto riguarda gli effetti delle ruote a pale, del che a suo luogo

sarà tenuto discorso, osserveremo solo che, e per la frequenza dei colpi che danno, e per la rapidità con cui devono essere mosse se si vuole che la barca evanzi con mediocre velocità, esigono molta forza, cosicchè costano non lieve fatica anche per le picculissime barche dianzi accennate, e cessanu di essere utilmente applicabili quando le barche sieno di grandezza molto maggiore, imperocchè esigerebbero in tal caso un assai grande numero di uomini, che, come si è vedutu all' articolo Motuar, è la furza più di tutte costosa, e perchè sarebbe difficile ad ogni modo combinare le furze di molti per guisa che agissero tutti contemporaneamente e senza gravi perdite all' uffizio di girare le ruote. Viderai pertanto grandi barche a ruote che da persone ignare affatto dei principii della meccanica e delle leggi con eui cresce la resistenza dei liquidi si vullero far muovere da uomini, raggiugnere a stentu piccolissime velocità, lasciando dopo breve tempo trafelati ed ansanti que' manovali i quali si erdeva dovessero con tutto loru agio dare un moto veloce alla barca. Nel Congresso di Milanu si prupose di utilizzare ruote mosse dall' equipaggio sulle navi a vela in casi di urgente bisognu; ma quand' anche, in qualche raro caso, tale spediente potesse tornar vantaggioso, non è probabile che una sì lontana speranza induca alla spesa di munire le navi a vele di ruote, e queste altresì fatte in modo da potere con tutta prontezza e facilità mettersi in azione al bisogno. Perciò le ruote a pale mosse da uomini non troveranno probabilmente altra applicazione che quella di muovere qualche piccolo battellnccio per andare a diporto.

La superiorità della forza degli animali ed il minor costo di essa indusse pure molti ad applicarla a muovere le barche, collocando gli animali sulle barche medesime; malgrado però la maggiore energia di questi motori riescono dessi insufficienti per ottenere qualche velocità e regge in tal caso lo stesso obbietto che accennossi pegli uomini, vale a dire del gran numero che ne occorre e della difficoltà di farli agire contemporanei ed uniformemente, alla quale si aggiugnerebbe in tal caso l' obbietto del molto spazio che occupano gli animali, della grandezza che occorrerebbe dare alla barca e del molto imbarazzo che su quella cagionerebbero. L'uso pertanto degli animali applicati a muovere ruote stando sulla barca, si limita ad ottenere un lento cammino. Applicazioni di così fatto meccanismo possono vedersi suggerite fino da parecchi secoli fa negli autori citati alla pagina sopraindicata dell' articolo Barca, ed uno può vedersene eziandio nel T. VI della Raccolta delle macchine approvate dall' Accademia delle scienze di Parigi, stampato nel 1723. Nell' articolo Barche *a cavalli* (T. II di questo Supplemento, pag. 234) si disse di quelle che si hanno in America e di una eseguita anni addietro sul lago di Garda.

Motori inanimati.

Qualunque forza motrice può evidentemente applicarsi a dare il moto alle barche; quindi è quasi inutile l' osservare che tutti quei meccanismi, i quali accenneremo potersi far agire mediante il vapore, lo potrebbero egualmente con moltissimi altri di quei Motori che annoverammo a quella parola. Dovendo qui nullameno considerare solo quanto direttamente si riferisce alla navigazione, non parleremo che di quei motori che si applicarono, o si tentò almeno di applicare, alla navigazione i quali riduconsi a tre, e sono: il vapore, lo scoppio dei gas e la elettricità.

VAPORE.

Storia. I grandissimi vantaggi recati dalla navigazione a vapore, la quale soltanto può dirsi avere pienamente dischiusa all' uomo la via dei mari, sicchè potesse percorrerla quando ed in che verso più gli aggradira, fece nascere presso molte nazioni una gara sul diritto alla scoperta di essa. In vero la importanza di tale trovato è ben tale da glorificare la intera nazione presso cui nacque o che diede mano alla attivazione di esso. Se, come ammettono i più abili scrittori ed economisti politici, utilissimi effetti risultarono e continueranno a venire dai miglioramenti fatti e da farsi nelle interne comunicazioni, ne segue di necessità che maggiori benefizii debbano attendersi estendendo queste agevolezze da una sola popolazione alle varie nazioni dell' universo, combinando i comuni interessi mediante rapido scambio delle idee e dei prodotti. Un eloquente scrittore inglese, riferendosi ai facili e pronti mezzi di trasporto offerti dal vapore faceva le osservazioni seguenti: « La concentrazione che producevasi sempre, egli dice, nelle grandi capitali degli studii dell' ingegno e dei pratici miglioramenti d' ogni fatta, si estesero così a tutto il regno, producendosi l' effetto medesimo come se le distanze si fossero accorciate di tanto di quanto si è cresciuta la velocità ed il buon mercato dei viaggi. Così alcune città distanti poche leghe dalla metropoli divennero come sobborghi di quella, altre, ella distanza prima di una giornata di viaggio, vennero ridotte a vicinanza immediata, così che il viaggio da esse alla capitale non è più lungo nè più difficile di quello che fosse altra volta il trasporto da un punto all' altro delle capitale medesima. A memoria di quelli che contano 60 anni di età la possibilità di attraversare con macchine a vapore i canali ed i mari che intersecano, e circondano le terre riguardavasi come un sogno degli entusiasti. I marinai ed i scienziati rigettavano simili speculazioni con uguale incredulità, compassionando quasi la mente di quelli che se ne occupavano. Ora vediamo macchine a vapore attraversare, non solamente gli interni canali ed i mari lungo le spiaggie, ma scorrere sulla superficie delle acque in tutti i paesi dell' Europa. I mari frapposti fra le possessioni inglesi nell' Asia e l' Egitto, e quelli che separano l' Inghilterra dalle sue possessioni nelle Indie orientali, presentarono a questa forza impossente barriera. La introduzione del vapore a spignere le navi, non solamente produsse l' effetto di abbreviare i viaggi notabilmente, ma diminuì pure in uguale proporzione gli ostacoli ed i perigli dei viaggi, riducendoli inoltre ad uguale puntualità e regolarità di quelli eseguiti per le vie di terra coi mezzi postali.

Alcuni cenni sulla storia della navigazione a vapore diedersi all'articolo BARCA del Dizionario (T. II, pag. 203) al quale andremo qui aggiugnendo quelle notizie che ci parranno opportune.

Si è ivi primieramente veduto pretendersi che fino dal 1543 si costruisse in Ispagna e mettesse in attività una barca a vapore da Blasco de Garay, e da un registro del ministero spagnuolo della guerra trascriveremo alcuni passi che contengono maggiori particolari di quelli dati nel luogo sopraccitato. Il vascello su cui fecesi la esperienza non era costruito appositamente, ma era una nave comune giunta a Barcellona da Colibra con un carico di granaglie: chiamavasi la SS. Trinità, ed era comandata dal capitano don Pedro di Scarza. Assistevano all'esperimento, oltre all' imperatore Carlo V e suo figlio Filippo II, D. Enrico

di Toledo, il guvernatore don Pedro di Cordova, il gran tesoriere Ravago, il vice cancelliera don Francisco Gralla, molti altri cospicui personaggi di Castiglia e di Catalogna ed uffiziali di marineria, di cui parecchi erano a terra, altri a bordo della nave. L' imperatore, i principi e gli assistenti tutti furono sorpresi della facilità con cui la macchina spigneve la nave e particolarmente della prontezza con cui questa giravasi. Una speciale deputazione incaricata di riferire sullo sperimento riconobbe avere la neve percorso dapprima tre legha in due ore, poscia une lega all'ora, ed espose l' opinione che si potesse darle una velocità doppia di quella di una comune galera. Dicemmo nel luogo citato quali opposizioni facesse al trovato il tesoriere Ravago, tuttevia sembra che malgrado ciò la invenzione siasi approvata, e che avrebbe trovato appoggio e favore se, la spedizione in cui erasi impegnato allora Carlo V non vi avesse posto ostacolo. L' imperatore promosse il Garay, gli fece un dono di 200,000 maravedis ed ordinò alle tesoreria di compensarlo delle spese incontrate nell' esperimento. Ciò è quanto sembra risultare dai documenti e registri generali custoditi negli archivii reali di Simancas fra le carte dello stato del commercio di Catalogna e quelle dei secretariati di guerra di terra e di mare del detto anno 1543.

Navarrete, che pubblicò nel 1826, nella corrispondenza astronomica del barone di Zach, questa notizia comunicatagli dal direttore degli archivi reali di Simancas Tommaso Gonzales, ne deduce che non solamente sono d' invenzione spagnuola le navi a vapore, ma che Blasco de Garay dovrebbe essere altresì riguardato come il vero inventore delle macchine a vapore.

Crede Arago non dovere ammettere nè l' una, nè l' altra di queste pretensioni. Ritiene dapprima, e stabilisce come una tesi generale, che la storia delle scienze debba comporsi esclusivamente sopra documenti stampati, perchè i manoscritti non potrebbero avere alcun valore presso il pubblico, cui mancano d' ordinario i mezzi di riconoscere l' esattezza delle data che loro si assegna. Gli estratti, dic' egli, di que' manoscritti possono ancora meno ammettersi, perchè l' autore di essi può non avere ben intesa talvolta l' opera della quale vuole rendere conto, e sovente sostituisce, anche non volendo, le idee del suo tempo e le sue proprie a quelle dello scrittore che egli compendia. Accorda tuttavia Arago che alcuna di quelle difficoltà non è applicabile a questa circostanza particolare, che il documento citato da Navarrete è certamente del 1543, e che l' estratto del Gonzales può essere fedele. Ma da tutto questo, dic' egli, che ne risulta ? Che nell' anno 1543 si è tentato di far camminare le barche con un certo meccanismo, e nulla più : ma la macchina conteneva una caldaia ; dunque era una macchina a vapore. Non crede Arago questo ragionamento convincente, perchè si trovano in diverse opere disegni di macchine, nelle quali si vede il fuoco sotto una caldaia piena d' acqua, senza però che il vapore vi eserciti alcuna azione ; tale è, per esempio, la macchina di Amontons. Finalmente, dic' egli, qualora anche si ammettesse che il vapore nella macchina di Garay generasse il movimento, non ne verrebbe di conseguenza cha quella macchina fosse nuova, e ché avesse qualche rassomiglianza con quelle odierne, perchè Erone, aveva già descritto 1600 anni addietro il mezzo di produrre un moto di rotazione con l' azione del vapore. Soggiugne pure che se l'esperienza di Garay è stata eseguita, se la sua macchina era a vapore, tutto dee indurre a credere che vi si adoperasse la macchina di Erone. Questa di fatto non è di una esecuzione

molto difficile, mentre si può francamente assicurare che la più semplice delle odierne macchine a vapore esige nella sua costruzione una precisione di mano d'opera molto superiore a quella che si sarebbe potuto ottenere nel secolo XVI. Del rimanente, non avendo voluto Garay mostrare la sua macchina nè pure ai commissarii delegati dall'imperatore, tutti i tentativi che in oggi far si potessero dopo tre secoli per istabilire in che consistesse quella macchina, non condurrebbero evidentemente ad alcun certo risultamento.

Sarebbe pertanto cosa molto importante avere una copia fedelmente esatta di quei passi dei registri originali donde il Gonzales, dice aver tratto le notizie che comunicò al Navarrete; interesserebbe esaminare questi registri e documenti con la più scrupolosa indagine, e riconoscere se realmente appartengano all'epoca del 1543. Ove risultasse senza dubbio questa autenticità e la giustezza delle notizie surriferite, crediamo potere e dovere benissimo i documenti manoscritti valere quanto se fossero stampati. Non poterne mai risultare da questi che il Garay avesse alcun diritto al titolo d'inventore del principio fondamentale delle macchine a vapore, esistendo in precedenza fra le altre la macchina di Erone, in cui vedesi conosciuta ed applicata la forza elastica del vapore. Quand'anche però la macchina fosse stata una di tal fatta, spetterebbe sempre al Garay, ove sussistessero i fatti suddetti, il pieno diritto al merito d'inventore della navigazione a vapore, cioè dell'applicazione di una forza conosciuta ad un nuovo uso ed importantissimo, come è quello della spinta delle barche.

Se per qualsiasi motivo di dubbia autenticità di documenti o di incertezza nelle notizie che quelli forniscono, venisse a cadere la pretesa dello spagnuolo, il diritto d'inventore della navigazione a vapore spetterebbe senza contrasto al francese Dionigi Papin, il quale, non solamente imaginava fino dal 1690 le macchine a vapore a cilindro ed a condensazione, ma ne proponeva eziandio l'applicazione alla spinta alle Barche, come vedemmo in quell'articolo. Dimorando nell'Inghilterra quell'ingegnoso fisico vide, a quanto pretendesi, una interessante esperienza fatta sul Tamigi con una barca mossa da pale girevoli attaccate ai due capi di un lungo asse che attraversava la barca, e che riceveva il moto da un rocchello, il quale ingraniva con una ruota menata in giro da cavalli. La velocità con cui veniva spinta questa barca a cavalli, era così grande che in una corsa di prova si lasciò addietro la navicella del re su cui stavano sedici rematori. Osserva lo Stuart che questo meccanismo era quello appunto unde abbisognava il Papin; ma che per potersene valere eragli necessario di trovar modo di cangiare il movimento alternato della spranga dello stantuffo in uno rotatorio continuo. Questa difficoltà però non doveva essere di gran peso ad un così buon conoscitore degli artifizii della meccanica; gli oriuolai praticano vari mezzi per cangiare un movimento in un altro e Papin ricorse appunto ad un meccanismo suggeritogli dagli oriuolai. Adattava all'asta dello stantuffo una sega dentata che ingraniva in un rocchetto posto sull'asta delle pale da girarsi. Adoperava due o tre cilindri a vapore, e quando lo stantuffo dell'uno scendeva, faceva retrocedere l'altro: siccome le aste di questi però avrebbero prodotto movimenti contrarii, così faceva in guisa che cessasse d'ingranire col rocchetto la sega dentata dell'uno mentre l'altro era in azione, potendo in siffatto modo rendere continuo il movimento e sufficientemente regolare. Non si

ha alcuna prova che Papin mettesse in pratica il suo progetto.

Nel 1730 il dottore Allen pubblicò un Trattato col titolo di *Specimina Ichnographiae* o *breve narrativa* di alcune nuove invenzioni. In questa opera si osserva che comunicavasi il moto alle barche con macchine poste fuori di esse, analoghe a remi o pale, o mediante il giro di ruote fatte agire da un argano posto dentro alla nave. Allen suggeriva, all'opposto, un mezzo di spinta, col quale non eravi alcuna parte apparente all' esterno della nave. Proponeva di adattarvi un tubo aperto alla poppa del vascello e di cacciare per esso dell' acqua o dell' aria nel mare, affinchè dalla reazione che si produceva la nave fosse spinta innanzi. Diceva aver egli con ciò voluto accuratamente imitare quello che si vede avvenire nel nuoto dei pesci, i quali spingonsi innanzi, non già per la vibrazione delle loro pinne a guisa di remi, ma dando spinte con la loro coda, e degli uccelli acquatici che nuotano spingendo a guisa di pale coi loro piedi. Ridusse Allen alla pratica la propria idea sopra un canale con una barca di molta grandezza, facendo muovere a braccia le trombe, ma suggerì l' uso del vapore come una forza preferibile, e propose di farne l' applicazione ad una nave della portata di 1400 a 1500 tonnellate. Vedremo questo progetto dell' Allen essere più volte stato proposto e pubblicato da molti, e, ciò che è più singolare, essersi chiesti parecchi privilegi da vari individui precisamente per lo stesso mezzo di spinta, lo che prova come ignorassero la priorità dovuta ad Allen di siffatta idea.

Alcuni anni dopo la promulgazione delle invenzioni di Allen Gionata Hulls pubblicò in Londra, nel 1737, la descrizione ed il disegno di una macchina novellamente inventata per ispignere le navi o vascelli fuori o dentro di ciascuna rada, porto o fiume, col vento o con la marea od in calma. In conseguenza di questa pubblicazione, e specialmente del piano e disegno che l' accompagna, Hulls venne da molti riguardato come il primo inventore delle navi a vapore, ed in molte opere vedesi una copia del di lui disegno indicato come la prima barca a vapore. La figura certamente presenta più analogia con l' apparenza di una nave a vapore che non ne avessero in generale i progetti fatti verso quel tempo, ciò che tuttavia non è una prova che si fosse anche costruita: inoltre non si scorgono in questa macchina e nel suo mezzo di spinta, che era con ruote a pale comuni, che mezzi già precedentemente proposti, eccettuato l'uso del manubrio pel quale era privilegiato come inventore. Questo uso del manubrio però basterebbe ad immortalizzare il suo nome fra i meccanici, attesa la estrema sua semplicità, utilità e convenienza, e la preziosa applicazione che si poteva farne per cangiare il moto rettilineo alternativo in rotatorio. Sembra che la invenzione di Hulls consistesse nel valersi mediante il manubrio del moto rettilineo della macchina per dare un moto rotatorio alle pale. Elia Gallowai osserva per altro che l' applicazione di un manubrio alla macchina a semplice effetto doveva presentare grande difficoltà, non operando lo stantuffo che in un senso, e occorrendo un contrappeso per farlo retrocedere ed un immenso volante per ottenere una qualche regolarità, ed essere quasi impossibile l' uso di questo volante sopra una barca a vapore. In conseguenza della mancanza di una macchina adattata l' idea di Hulls cadde a terra, ed era tanto compiutamente dimenticata che Watt chiese molto dopo un privilegio per l' applicazione del manubrio alle macchine a vapore. La perfezione cui le macchine a

rotazione vennero in appresso condotte da Watt e da altri mediante l' uso del manubrio, aperse poi la strada a rendere più facile l' applicazione del vapore alla navigazione. Narrasi che Hulls si sforzasse invano d' interessare a favore del suo progetto l' ammiragliato d' Inghilterra il cui rifiuto fondavasi principalmente sulla obbiezione che la forza dei flutti del mare avrebbe ridotto in pezzi qualsiasi parte del meccanismo che avesse avuto a muoversi nell' acqua. Si vuole che a ciò rispondesse Hulls essere impossibile supporre nemmeno che la macchina da lui proposta venisse ad essere impiegata in un mare burrascoso ed in mezzo al furioso conflitto delle onde.

Nel 1759 pubblicossi a Ginevra da un ecclesiastico del cantone di Berna segnatosi con le iniziali J. A. un libro che conteneva quello che egli chiamava *la scoperta del grande principio*. Consisteva questo nel concentrare la forza ottenuta con un mezzo qualsiasi in una serie di molle, applicandola poscia ad infiniti usi diversi nel tempo e modo più convenienti. Proponeva l' applicazione del suo grande principio ad un mezzo di far camminare le navi con remi mossi da molle, suggerendo anche l' uso di una macchina a vapore atmosferica per caricare queste molle, ed anche per dare il moto ad un carro alato quando il vento mancasse e ad una macchina alata destinata a camminare qualunque fosse la direzione del vento anche affatto contrario. Sembra per altro che il progetto suo favorito consistesse nell' adoperare la forza espansiva della polvere da cannone per caricare le molle dei suoi remi. Nel 1760 si recò in Inghilterra per assoggettare il suo libro ed i suoi piani ai lordi dell' ammiragliato, che lo eccitarono ad estrarne e presentar loro quella parte della sua opera che riferivasi alla navigazione. Fece stampare la sua memoria con una tavola e con figure che rappresentavano la forma dei suoi remi, la maniera di adoperarli ed il suo *cilindro a polvere*. Prendiamo da questo suo libro l' aneddoto che segue.

« È bensì vero che quando mi presentai dinanzi ai membri dell' ammiragliato, il 4 agosto 1760, l' uno di essi mi disse che circa 30 anni prima uno scozzese aveva proposto di far camminare un vascello mediante la polvere da cannone; ma che, dalle esperienze fatte in proposito, si era conosciuto che dieci barili di polvere avevano appena bastato a far percorrere alla barca uno spazio di dieci miglia, sicchè la invenzione erasi rigettata. Risposi riuscirmi affatto nuovo questo fatto, e che a ragione si era rispinta quella invenzione, ma che la mia era di natura affatto diversa. Mi fu detto poscia che quell' uomo aveva fondato la speranza di far camminare il vascello sulla forza di rinculo di uno o più cannoni posti sulla poppa. Ciò ricorda la prova fatta alcuni anni or sono sul Rodano da un celebre gentiluomo, che consisteva nel fare scolare l' acqua da un tubo posto sull' indietro da un apertura diretta verso la poppa: questo non era che uno scherzo. Quanto al piano dello scozzese non ha di comune col mio altro se non che la idea di usare la polvere da cannone. »

Da un breve quadro storico del progresso della navigazione a vapore, pubblicato da un americano Giovanni Fitch, sembra che verso il 1775 si presentasse la stessa idea avuta da Hulls dell' uso del manubrio ad Henry di Lancaster in Pensilvania, e nel 1778 il celebre scrittore politico Tommaso Paine ricordò un simile progetto di Andrea Ellicot celebre a quel tempo pel suo ingegno. Verso quel tempo medesimo Perrier costruiva a Parigi una barca a vapore che doveva essere posta in moto da una macchina della for-

za di un cavallo, la quale, per la poca velocità con cui si moveva e per non aver potuto riuscire a vincere la corrente della Senna, venne di poi abbandonata.

Pochi anni dopo, cioè nel 1781, il marchese de Jonfroy o Geoffroi fece costruire a Lione una barca a vapore, la quale aveva una lunghezza di 46 metri e con cui fece alcune esperienze sulla Saona, fiume attissimo a questo uopo per la grande lentezza con cui scorrono le sue acque. Era il motore una macchina atmosferica che faceva camminare due specie di sportelli che si aprivano per ispignere contro l'acqua e far avanzare la barca, poi si chiudevano per retrocedere e tornare nella posizione primitiva. In una prova susseguente sostituì agli sportelli ruote a pale, ma in ogni modo non si potè mai far avanzare la barca con velocità considerevole e senza grande fatica. La macchina atmosferica era probabilmente troppo imperfetta, l'arte del costruttore di macchine non abbastanza avanzata e perciò alcuni impreveduti accidenti, tali, a quanto si dice, che non avrebbero dovuto far abbandonare l'impresa, ne arrestarono il proseguimento, e sopraggiunta poi la rivoluzione, l'inventore dovette abbandonare la Francia.

In America occupossi della navigazione a vapore, per la quale dicesi avesse ottenuto il privilegio esclusivo da parecchii degli Stati dell' Unione, il Fitch, ma divenne per esso come per altri suoi predecessori causa di rovina e non altro. « Confesso, egli dice, che il primo pensiero di una nave a vapore fu per me un vero infortunio, le incertezze e gl' imbarazzi che mi procacciò superano quelli tutti che mi si sono ancora affacciati nel- l' intero corso della mia vita. » Fece un modello della disposizione da lui imaginata e lo mostrò al generale Washington, il quale gli disse che un certo Rumsey della Virginia gli aveva parlato dello stesso argomento in una conversazione nel verno del 1784. Fitch però disse che il modello presentato da Rumsey al generale era una barca per risalire le correnti dei fiumi rapidi mediante ruote, manubrii e pertiche che era stato esperimentata senza buon esitu alcuni anni prima sullo Schuylkill. Le invenzioni successivamente accampate da Rumsey, a quanto dice Fitch, erano miglioramenti fatti poscia ed innestati sulla prima idea, dopo che Rumsey ebbe notizia degli esperimenti del Fitch. Questi riuscì nel 1783 a muovere una barca sul fiume Delaware mediante pale che imitavano l' effetto dei remi ed erano poste in azione da una macchina a vapore; dopo alcuni pubblici esperimenti continuati per alcune settimane sulla Delaware da Filadelfia a Bordentown, presentò un modello ed una descrizione del suo apparato ad una Società scientifica di Filadelfia ed anche al congresso nel 1785. Tanto Fitch quanto Rumsey erano sostenuti da società di persone opulenti, le quali dovevano essere a parte dei profitti che da quelle idee potevano derivare ed anticipavano perciò i denari occorrenti a fare le esperienze. La barca di Rumsey, lunga circa 50 piedi, con cui fece alcuni brevi viaggi sul Potomac nel 1787, era spinta da una tromba verticale posta nel mezzo della nave che aspirava l' acqua da prua e la scacciava dalla poppa per un tubo orizzontale adattato nel fondo. La reazione dell' acqua scacciata le dava una velocità di tre o quattro miglia all' ora, essendo caricata con tre tonnellate, oltre al peso della macchina che era di un terzo di tonnellata. La caldaia non conteneva che 5 galloni di acqua e tutta la macchina non occupava uno spazio maggiore di quello che sarebbe stato necessario per quattro barili. Non si consumavano che 4 a 6 bushel di carbo-

ne (1^{ettol},3456 a 2$^{ettol.}$,3184) in 12 ore. Un altro progetto di Rumsey era quello di applicare la forza di una macchina a vapore a lunghe pertiche, le quali appuntellandosi contro il fondo del fiume valessero a spignere la barca contro la corrente anche rapida. Durante queste operazioni Fitch e gli amici suoi, imaginandosi di poter trarre profittevole messe dalla stessa invenzione attivata nella Inghilterra, inviarono disegni dei loro apparati a Bolton e Watt, con istruzioni a fine di procurarsi un privilegio nell' Inghilterra. Venuta di ciò a cognizione la Società sostenitrice di Rumsey incontinente cominciò a contrastare con Fitch anche nel nuovo paese scelto da lui come scena delle future di lui operazioni, e Beniamino Rush si dichiarò partigiano di Rumsey. In una sua lettera al dottore Lettsom, diceva: « Un certo Rumsey della Virginia, caldamente raccomandato dal generale Wasinghton ha prodotto ultimamente il piano di una macchina per miglioramento di quelle a vapore, riducendo il combustibile adoperatovi ad un ottavo della quantità ordinaria. Si sospetta che siasi copiato questo progetto con poche e leggere variazioni da persone di questa città egualmente conosciuta pel sistema di farsi plagiario altrui nelle scienze e per la scandalosa opposizione fatta alla costituzione propostasi pegli Stati-Uniti, e si crede che questa copia sia stata trasmessa a Bolton di Londra per ottenerne un privilegio. L' unico scopo di questa lettera è di pregarvi che vogliate avvertire il Bolton che vi si invieranno documenti atti a provare irrefragabilmente essere dovuto al Rumsey soltanto l'onore della invenzione, e ad esso quindi spettarsi qualunque vantaggio ne potesse derivare. Il Rumsey, egli continua, possede un raro ingegno meccanico; inventò una barca con vele, la quale, mediante il vapore, cammina con la velocità di quattro miglia all' ora contro la corrente, e spera di portare la velocità della sua barca a 10 miglia all' ora mediante l' applicazione dei principii della sua nuova macchina a vapore, avendo modestia uguale ai suoi talenti inventivi. Vi scrivo in di lui favore a preghiera de' suoi amici che sono fra i migliori cittadini. Il vostro nome ed il vostro carattere sono ben noti nella nostra città, e speriamo che vorrete proteggere l' ingegno nascente, scoprire e mandare a vuoto la frode, e rimunerare l' industria e l' onestà, in un paese che diede maggiori esempii di ogni altro nella protezione della scienza. » Per distruggere gli effetti di questa lettera gli amici di Fitch indirizzarono anche essi un quadro dello stato delle cose allo stesso Lettsom. Thornton, in una comunicazione fattagli che si distingue pel candore e per moderazione, gli dice: « So che la Società di cui è capo Rumsey procurossi una lettera di raccomandazione per voi dal mio buono e degno amico il dottore Rush. Egli pretende che Rumsey sia l' inventore della nave a vapore: includo perciò in questa mia una copia di articoli, i quali provano che egli l' apprese da Fitch di Filadelfia. Questi articoli erano pubblicati prima che avessi alcuna ingerenza in questo affare, e ne rimasi così pienamente persuaso che comperai quattro azioni, ossia un decimo della scoperta. La barca dee provarsi da oggi a domani e m' affretterò di darvene conto. È mossa da pale adattate alla poppa e fatte agire da una piccola macchina a vapore. » A quanto però dice lo Stuart nei suoi *aneddoti sulle macchine a vapore*, Fitch nulla fece nell' Inghilterra, e la barca costruitasi a spese dei di lui doviziosi amici sull' Hudson servì soltanto a fare alcune esperienze poco soddisfacenti. Non lo furono maggiormente quelle eseguite da Rumsey sul

Potomac, sicchè entrambi i progetti vennero abbandonati.

Verso lo stesso periodo Oliviero Evens, meccanico molto ingegnoso e concittadino di Fitch, eveva cercato di maturare un piano per servirsi del vapore ad elta pressione, specialmente con lo scopo di muovere le vetture sulle strade comuni, e dice evere pubblicato nel 1785 una descrizione di un modo di spignere le barche col vapore, pel quale motivo venne riguardato da alcuni autori come l' inventore di una nave a vapore eseguibile. Il suo vero titolo nullameno ad un tale onore è assai debole, nè trovasi nel suo discorso relativo alle navi a vapore alcuna proposizione che non fosse stata suggerita dapprima. Rende conto egli stesso in tal guisa dell' unico fatto che adduca della pratica propria in proposito. « Nell' anno 1804 costruii nella mia officina, posta un miglio e mezzo distante dall' acqua, per ordine del capo di sanità della città di Filadelfia, una macchina per nettare le darsene, composta di una grande zattera o barca piatta, con sopra una macchina a vapore della forza di cinque cavalli che faceva agire il meccanismo per sollevare il fango nella barca. Era questa una buona occasione per mostrare al pubblico che la mia macchina poteve spignere vetture così in terra come sull' acqua, e risolsi di approfittarne. Finito il lavoro vi adattai delle ruote, ed essendone il peso uguale a quello di 200 barili di farina e le ruote fissate sopra essi di legno provvisorii in maniera assai rozza ed in guisa da presentar molto ettrito, tuttavia con le piccola macchina suindicata trasportai con facilità l' intero apparato allo Schuyllkill; lanciato poi che fu in acqua vi adattai due ruote a pale alla poppa e lo condussi dallo Schuyllkill al Delaware, e su questo poi alla città, lasciando indietro di una metà del cammino le altre barche, essendo il vento contrario. » Non si può certo ammettere che questo rozzo esperimento di un costruttore di navi dia ad Evans diritto ad essere riguardato quale inventore delle navi a vapore eseguibili, attesochè a quel tempo in cui fece l' esperimento egli medesimo ed altri meccanici abili potevano tentarlo in modo assai più efficace, e ciò erasi enche già fatto, come vedremo.

Negli erticoli Barca e Vapore più volte citati eccennossi come fino dal 1787 il Serrati descrivesse esperimenti fattisi con una barca a vapore in Firenze ed il Miller pubblicasse una descrizione di siffatte barche. I diritti di questo ultimo ad essere posto fra gl' inventori delle navigazione di cui parliamo vedonsi annoverati in un articolo intitolato *Breve narrativa di fatti relativi alla invenzione e pratica della navigazione a vapore, del defunto Patrizio Miller scudiere di Dalswington* scritto dal di lui figlio maggiore, e pubblicato nel giornale filosofico di Edimburgo del 1824. Risulta che nel 1787 Miller pubblicò una descrizione con disegni di una nave tripla mossa da ruote e diede un breve cenno delle proprietà e dei vantaggi di questa invenzione. « Nel corso delle sue spiegazioni, osserva il figlio, suggerisca potersi applicare la forza di una macchina a vapore a muovere ruote, in guisa da procurare loro un movimento vivace ed aumentare così quello della nave. Si può credere facilmente che la intenzione di applicare la forza del vapore alle ruote delle sue navi doppie o triple, non gli fosse sfuggita. Nel corso de' varii esperimenti sulla velocità de' suoi vascelli posti al confronto con quelli spinti da vele o da remi comuni, che diedero occasione ad alcune interessanti ed animate quistioni di superiorità, venne evidentemente a convincersi delle necessità d' impiegare una forza maggiore che quella delle braccia

degli uomini, aiutati pur anco dalle ordinarie disposizioni meccaniche, ed a tal fine varie disposizioni vennero successivamente adottate ed abbandonate a vicenda. Da una parte se gli presentò la idea che si potesse ricorrere alla forza dei cavalli, mentre dall' altra gli sembrò l' aiuto del vento stesso potergli servire anche per andare contro al vento medesimo. Ma fra tutte le varietà possibili di forza quella del vapore se gli presentava siccome un mezzo tutto insieme più possente, più certo e più maneggevole. »

Eravi in allora nella famiglia di Miller, quale tutore de' di lui figli Jacopo Taylor, che rivolse pure la sua attenzione alla macchina a vapore, e solava assistere il Miller ne' suoi sperimenti sulla architettura navale e sulla guernitura di vele delle navi. Un giorno nel maggior calore di una forte quistione in cui si erano impegnati intorno allo stabilimento di Leith, disse il Taylor non altro mancarvi per vincere i loro oppositori che l' aiuto di una macchina a vapore, la cui forza applicata alla barca movesse le ruote con velocità non minore di 5 miglia all' ora. Questa osservazione non andò perduta per Miller, il quale ebbe poi molte altre discussioni in tale proposito, e tanto confidava nel buon successo di questa applicazione che vi fece allusione nel libro da lui pubblicato. Nel fare il primo suo sperimento Miller stimò sotto ogni punto di vista conveniente di cominciare in piccolo, ma con grandezza sufficiente per risolvere il problema che si era proposto. Costruì quindi una bella barca doppia con ruote, da usarsi per gite di piacere sul lago di Dalswington e su questa barca risolse di esperimentare l' applicazione del vapore. Cercando un ingegnere pratico che eseguisse il lavoro, Taylor propose Guglielmo Lymington da lui conosciuto alla scuola, e che aveva recentemente imaginato un modo di applicare la forza del vapore alle ruote dei carri, ed accompagnò Miller alla casa di Gilberto Meason in Edimburgo perchè vedesse il modello. Essendo piaciuto al Miller questo saggio dell' ingegno del Lymington lo impiegò, insieme al suo amico Taylor, affinchè sorvegliasse la costruzione di una piccola macchina a vapore per muovere una barca doppia od a due scafi appaiati. Nell' autunno dello stesso anno la macchina, con cilindri di ottone del diametro di 4 pollici ($0^m,10$) era fissata sulla barca di piacere pel lago di Delswinton e nulla poteva essere più soddisfacente e compiuto che l' esito del primo esperimento che venne continuato per alcune settimane, con diletto del Miller e degli accorrenti, afforzandosi con ciò la sicurezza sulla giustezza di quanto aveva preveduto, circa alla possibilità di applicare alla spinta delle navi la forza illimitabile del vapore. All' avvicinarsi del verno l' apparato venne tolto dalla barca e posto come trofeo nella sua libreria a Dalswington, e si conserva tuttora nella famiglia quale monumento del primo esempio di navigazione effettiva a vapore nella Gran Bretagna.

L' anno sosseguente Lymington venne incaricato di fare l' esperimento sopra maggiori dimensioni, e si guernì una doppia nave, lunga 60 piedi, con una macchina e con pale girevoli, secondo che si credette opportuno al bisogno. La macchina a vapore e gli altri meccanismi costruironsi a Carron, ed in capo a sei mesi la nave era pronta ad essere posta in moto. Nel dicembre del 1789 venne trasportata sul canale del Forth e del Clyde, ed in presenza di moltissimi spettatori posesi in moto la macchina, sperandosi questa seconda esperienza non meno favorevole della prima. Sfortunatamente però avvenne che le pale girevoli non si erano fatte abbastanza solide, ed essendo venuti a

battervi contro alcuni legni che galleggiavano sull'acqua, vi cagionarono tali guasti da impedire che si facesse il viaggio in quel giorno. Si ripararono i disordini ed il 25 del dicembre posesi in moto la nave a vapore, che percorse il canale con la velocità di sette miglia all'ora senza altri accidenti, benchè evidentemente si vedesse il peso della macchina essere troppo forte per la barca, i madieri di essa non essendo grossi che tre quarti di pollice, a tal che con questa poca resistenza sarebbe stato imprudente l'avventurarsi sul mare. Gli esperimenti vennero tuttavia ripetuti nei due giorni seguenti, ed essendosi così persuaso il Miller della praticabilità del suo progetto diede ordine che si levasse dalla nave e si deponesse nei magazzini della Società di Carron. « Desterà naturalmente sorpresa, continua il figlio del Miller, che abbia qui termine questo racconto degli esperimenti di mio padre sulla navigazione a vapore, e che non sieno stati seguiti da altri decisivi saggi sull'efficacia di essi, con quello stesso spirito di perseveranza che mostrò così cospicuamente in alcuni altri casi, lo che torna molto spiacevole alla sua famiglia, come lo tornava a lui stesso negli ultimi anni della sua vita. » Il fatto è tuttavia che gli pesava forse la enorme spesa che avrebbe incontrato; « e mi sia permesso d'aggiugnere, continua suo figliu, che da quel tempo miu padre nell'occuparsi di varii progetti di pubblico interesse soltanto e senza la menoma speranza di rimborso, spese più che 30,000 lire. » Essendusi poi ardentemente impegnato in operazioni agrarie, la di lui attenzione venne facilmente distolta dagli uggetti delle sue prime speculazioni. Ad ogni modu non può negarsi che in fatto non abbia egli pienamente comprovata la possibilità di spignere le navi di qualsiasi grandezza col mezzo di ruote o di pale girevoli e di adattarvi la forza della macchina a vapore, quantunque nei particolari di esecuzione rimanesse grande campo a miglioramenti di minore importanza. « Tentai, continua suo figlio con iscusabile parzialità, dare uno schietto e semplice racconto del merito speciale e certo di mio padre come inventore, ed in prova della realtà di questa invenzione, ridotta già alla pratica fino dagli anni 1788 e 1789, non può desiderarsi più evidente dimostrazione che il vedere, malgrado le soddisfacenti esperienze, rimanere sospeso il proseguimento di questa scoperta, per alcuni anni trascurata e negletta, ed in un periodo assai più recente essersi fatta rivivere in America ed in Europa da persone le quali si può provare avere tratto i loro lumi da Daswinton e da Carron. Ma non altro io desiderava che ricordare i fatti immediatamente connessi con le operazioni di mio padre e stabilire la priorità dei suoi diritti al titolo di avere cominciato a porre in pratica esecuzione un miglioramento dell'arte nautica, il più importante forse che possa vantare l'età presente, e gli ulteriori effetti del quale la più ferace immaginazione tenterebbe invano predire. »

Brewster, parlandu del Miller, dice, che non oserebbe affermare che sia stato l'inventore delle barche a vapore nello stretto sensu della parola; ma che non esita a dichiarare aver egli a suo parere più diritti a questo titolo che nessuno di quegli altri onde citaronsi i nomi fino ad ora.

Nell'articolo Barca molte volte citato videsi come Clarke chiedesse un privilegio a tal fine nel 1791: in quello stesso anno fece vedere a Leith una barca mossa dalla azione del vapore; e ben presto attrasse poscia la pubblica attenzione una altra barca della stessa forza, la quale, non solo camminava con grande forza, ma essendo ormeggiata tirava un grossu brick. Stanhope nel 1795 costruiva una barca

con remi foggiati a zampe d' oca, il quale meccanismo è assai semplice ed applica direttamente il movimento dell' asta dello stantuffo a far avanzare la barca. Perciò lo preferiva egli ai remi ed alle ruote a pale, navigò per più di un anno facendo una ed anche due leghe all' ora.

Nel 1802 trovasi chiesto un privilegio di quindici anni in Francia per costruire una barca a vapore da certo Desblancs oriuolaio di Trecourt, il quale proponeva di adoperare per motore un cilindro orizzontale ed una catena con varie pale, e diceva poter giugnere con la sua barca alla velocità di 7 miglia all' ora. Verso quel tempo Darnal pubblicò un prospetto sull' uso delle macchine a vapore per far camminare le barche, e se ne fecero saggi sulla Saona.

Nel 1801 quello stesso Lymington che vedemmo adoperarsi per la barca del Miller costruì una nave che annunziava molto ingegno inventivo per la disposizione e costruzione del meccanismo a vapore onde era provveduta. Pose il cilindro in posizione pressochè orizzontale, con rotoli che scorrevano in guide, e siccome non vi era leva in bilico così comunicava il moto ad una ruota a pale mediante un manubrio ed una spranga attaccata all' asta dello stantuffo. La ruota a pale era posta nel mezzo della barca, come in quella di Miller, sul dinanzi aveavi una specie di ganci ad oggetto di rompere il ghiaccio. Questo apparato non faceva avanzare la barca che di due miglia e mezzo all' ora e venne abbandonato, imperocchè, oltre alla sua poca velocità, temevasi che l' agitazione prodotta dal girare delle ruote nell' acqua danneggiasse gli argini. Buchanan però dice non poter assicurare che questa barca siasi mai provata sopra un fiume.

Nel 1798 Livingston otteneva dallo stato di Nuova York un privilegio esclusivo per venti anni, sotto la condizione che prima del 20 marzo 1799 presentasse una barca atta a percorrere quattro miglia all' ora. Aveva il Livingston fatto numerosi tentativi per far camminare le navi in alto mare con l'azione del vapore, mediante ruote orizzontali, ruote ad alie da mulino, superficie spirali, zampe d'oca, remi fatti a pala, catene continue con alie. Adoperato avendo una macchina a vapore di forza cinque a sei volte maggiore di quella di Perrier, ottenne risultamenti migliori, ma non potè giugnere alla velocità fissata per condizione al suo privilegio, avendo impiegato una forza che era un terzo poco più di quanto abbisognato sarebbe. La barca da lui fatta costruire era della portata di trenta tonnellate, fece tre miglia all' ora, e riceveva il moto da una ruota orizzontale posta in una specie di pozzo al fondo della barca il cui centro comunicava con l' acqua. Questa ruota girava rapidissimamente e con la forza centrifuga scacciava l' acqua per una apertura fatta verso la poppa. Sperava in tal guisa evitare l' imbarazzo dei remi e delle ruote esterne e le irregolarità che potevano cagionarvi le onde. La macchina a vapore impiegata aveva un cilindro del diametro di 18 pollici ($0^m,457$) e della corsa di 3 piedi ($0^m 915$). Temeva che la perdita di forza fosse troppo grande a maggiore velocità, ma si disse convinto che nelle acque molto agitate il sistema di spinta da lui adottato fosse migliore delle ruote a pale. Per queste ragioni e per essere stato inviato poscia in Francia quale ambasciatore degli Stati-Uniti dovette abbandonare i suoi tentativi.

Poco tempo dopo occupossi dello stesso oggetto Giovanni Stevens di Hoboken negli Stati-Uniti, e fece la prova di remi ellittici, di ruote ad elice e di altri mezzi ingegnosi da lui imaginati o combinati con Kinsley, uno dei più distinti

meccanici americani; ma nessuno di questi mezzi fu coronato di buon successo.

Mentre il Livingston stava a Parigi trovavasi colà quegli che primo doveva ridurre alla pratica la tanto desiderata, e così spesso fallita navigazione a vapore, il Fulton, che già erasi acquistato qualche celebrità per parecchie invenzioni, e specialmente per le sue prove di navigazione sotto marina onde si è parlato e nell' articolo Barca del Dizionario (T. II, pagina 350) ed in quelli del presente Supplemento Nautilo e Nave (pag. 329 e 409 del presente volume). Avendogli Livingston parlato dei tentativi fattisi in America e della intenzione che aveva di riprenderli al suo ritorno, stabilirono di fare al più presto sperimenti per conoscere a qual punto di riuscita potessero giugnere. Dopo varii saggi fatti in piccolo su modelli dell' invenzione di Fulton, i quali mostrarono aver egli sviluppato i veri principii sui quali avevansi a costruire siffatte barche, intraprese la costruzione di barca che fece navigare nel 1803 sulla Senna, la quale faceva 5 piedi (1^m,525) al secondo in acqua tranquilla, lo che stimavasi equivalere ad una velocità di 2 piedi (0^m,610) contro una corrente di 3 piedi (0^m,915), ma non si sa nemmeno approssimativamente quale fosse il consumo del combustibile ed il costo del meccanismo. La poca velocità tuttavia ottenuta mostra che in questo suo tentativo il Fulton non fu più avveduto, nè, per conseguenza, più fortunato de' suoi predecessori. Offerse invano al Direttorio ed al primo console di costruire barche a vapore pel progettato sbarco nell' Inghilterra, e videsi rifiutato.

Dopo gli sperimenti anzidetti, si costruì nella Scozia una barca, il cui andamento era pressochè simile a quello di un' altra di French, esposta per qualche tempo a Nuova-York; il cilindro della macchina era orizzontale, ma la velocità non riuscì maggiore di 2 miglia all' ora.

Andate frattanto a vuoto le trattative di Fulton con l' Inghilterra per le di lui barche sotto marine, incoraggiato da Livingston, tornossene agli Stati-Uniti, ove, non solo proseguì con buon frutto i suoi studii sopra quell' argomento, ma ammaestrato dagli altrui errori e dai proprii, succeduto a Livingston nel privilegio, costruì finalmente nel 1807, la prima barca a vapore che non siasi limitata a sole sperienze, ma abbia continuato a prestare durevole servigio, incoraggiando con ciò altri ad imitarlo, ed essendo prima origine di questa importantissima applicazione che tanto rapidamente e con sì grande utilità si diffuse in appresso. Erasi fatta venire il Fulton dall' Inghilterra una macchina a vapore eseguita nella officina di Watt e Bolton, della forza di 20 cavalli, accompagnata da un operaio che la montò e fissò sulla barca, a Nuova-York. « Cominciò la barca il suo sperimento, dice Colden, in mezzo alle risa ed agli scherni degl' increduli, che ben tosto però si mutarono in applausi ed ammirazione, sicchè la barca aveva appena progredito con velocità un quarto di miglio che tutti erano convinti. Queglino che piangevano quasi il denaro impiegato nell' acquisto di macchina tanto costosa, per una idea creduta così strana e infondata, mutarono pensiero appena staccata la nave dalla spiaggia la videro aumentare di velocità, e poco a poco un sorriso di compiacenza subentrò alla maraviglia: le beffe dell' ignorante, che non aveva avuto il senno di contenere il proprio disprezzo, e gli scherzi grossolani, furono sul momento ridotti a silenzio da una sorpresa altrettanto volgare, che loro arrestava le parole sul labbro, mentre il trionfo dell' ingegno strappava dalla molta gente che era sulla spiaggia grida di congratulazione e di plauso. Questa nave, che sarà

celebre nella storia delle arti, si chiamava il *Clermont:* tosto fece viaggio per Albany e compiè senza alcun accidente la sua prima gita, in mezzo allo stupore degli abitanti delle sponde dell' Hudson, alcuni dei quali non avevano mai veduto una macchina e meno poi una barca a vapore. Descrivevanla taluni dicendo di avere nella notte indistintamente veduto come un mostro che si moveva sull' acqua, sfidando vento e marea, e slanciando fiamme e fumo. Era un oggetto di terrore per le altre barche sul fiume che incontrava nel suo passaggio. Vi si impiegavano per combustibili legna secche, le quali mandavano forte colonna di fuoco lunga alcuni piedi a guisa di pennacchio, e quando attizzavasi il fuoco usciva un fascio di scintille che presentava nella notte bella e brillante apparenza. Questa luce straordinaria era la prima che richiamava l' attenzione della ciurma delle altre navi. Malgrado che il vento e la marea fossero contrarii al suo cammino, la si vedeva con istupore avanzarsi rapidamente incontro ad essi, e quando giugneva così vicina da udirsene il rumore della macchina e delle ruote, la ciurma in alcuni casi correva spaventata a nascondersi sotto i ponti, alcuni lasciavano investire le loro barche nelle sponde, mentre altri prostrati invocavano il cielo che li proteggesse dall' avvicinarsi di questo orribile mostro che marciava sulle onde e rischiaravasi la via con le fiamme che vomitava. » Il primo viaggio di circa 150 miglia si compiè in 32 ore, lo che dà una velocità di circa cinque miglia all' ora. Il ritorno a Nuova-York fecesi in ugual tempo; ma tanto nell' andare che nel ritorno aveavi un leggero vento contrario, e tutto il viaggio fu compiuto dalla macchina con le ruote. Questo primo sperimento fu certamente mirabile, quantunque la velocità in esso ottenuta non fosse che poco più di un terzo di quella massima che ora si ottiene. La cagione di questa differenza rilevasi dalle misure adottatesi nella costruzione del Clermont, le quali erano le seguenti; lunghezza della barca 133 piedi inglesi ($40^m,54$), profondità 7 piedi ($2^m,13$), larghezza 18 piedi ($5^m 49$); la caldaia era lunga 20 piedi ($6^m,096$), profonda 7 ($2^m,13$) e larga 8 ($2^m,44$): il cilindro a vapore aveva il diametro di 2 piedi ($0^m,61$) ed una corsa lunga 4 ($1^m,22$): il diametro delle ruote a pale era di 15 piedi ($4^m,57$), la larghezza di 4 piedi ($1^m,22$) e la immersione nell' acqua di 2 piedi ($0^m,61$): la portata della nave di 160 tonnellate ($162560^{chil.}$).

Il corpo legislativo dello stato di Nuova York fu per modo convinto della utilità ed importanza di un tale trovato che prolungò la durata del privilegio di 5 anni per ciascuna nuova barca che fabbricassero Livingston e Fulton, a condizione che il benefizio del privilegio non potesse estendersi oltre ai 30 anni.

Nel 1808 Jacopo Linaker di Portsmouth ottenne un privilegio per un mezzo di applicare la forza del vapore alle navi e consisteva in un secchio di cuoio con animelle, mosso orizzontalmente che aspirava l' acqua da prua e la scacciava alla poppa, mezzo analogo molto a quello di Rumsey.

La bella riuscita del Clermont e l' impulso dato da essa, valsero a Fulton il titolo che da moltissimi retribuito gli viene d' inventore della navigazione a vapore. Lo Stuart però non dubita di asserire che fra tutti quelli i cui nomi si associano a questo trovato nessuno ha meno diritto del Fulton a tale priorità, e non possiamo negare essere noi seco lui pienamente d' accordo. Ne pare in vero doversi fare sempre, volendo essere giusti, una distinzione, fra il merito dell' inventore e quello dell' eseguire. Non entreremo adesso

nell' esame se sia maggiore il primo od il secondo, che sarebbe lunga e difficile quistione, notando solo che il primo dipende dalla immaginazione e dalla feracità dell' ingegno, il secondo, più spesso, dalla istruzione, dalla perseveranza, dalla pazienza e da cognizioni pratiche e materiali. Molte volte l' inventore non eseguisce i suoi progetti o perchè al suo tempo la meccanica materiale non è abbastanza avanzata, o perchè gli mancano i mezzi nè trova chi lo sovvenga, o per altre cagioni indipendenti affatto dall' ingegno di lui, e per le quali non si può senza aperta ingiustizia rapirgli quell' onore che gli è dovuto. Nella navigazione a vapore, se si voglia prestare fede al fatto di Blasco e Garay, la quistione è senza lite decisa, poichè alla idea avrebbe unito la pratica, imperfettamente bensì, ma non più forse di quanto varii secoli dopo fecero Fitch, Perrier e Livingston, e lo stesso Fulton ne' primi suoi sperimenti. Se quel fatto si nega, il merito dell' invenzione, lo dicemmo, per diritto spetta al Papin. Come già facemmo osservare all' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 204) e come vedemmo nel corso di questa storia, al principio del secolo presente eransi già fatte parecchie barche mosse dal vapore, le quali per ciò solo eransi abbandonate che non presentavano velocità sufficiente per difetto di forza, perchè i costruttori di esse eransi illusi forse al vedere la grande mobilità delle barche, e ignoravano il principio del crescere la resistenza al moto di esse come i quadrati della velocità. Doveva quindi necessariamente sorgere taluno che si avvedesse di questa causa di non riuscita, e volle fortuna che fosse il Fulton piuttosto che un altro. Di più non vi fu egli condotto direttamente da forza di ragionamento, nè da suoi studii, poichè incappò anch' esso nell' altrui errore, e solo dopo ciò intraprese alcuni calcoli sulla resistenza delle navi, partendo dalle esperienze fattesi nell' Inghilterra dalla Società per l' avanzamento dell' architettura navale. Questi calcoli però nol condussero che a conclusioni approssimative, così che anche la di lui barca del 1807, benchè superiore di molto alle altre non aveva, come dicemmo, che un terzo della velocità che potevasi darle. Il merito del Fulton sta nell' avere primo pensato che la lentezza del moto nelle barche a vapore costruitesi dapprima dipendesse da *scarsezza di forza*: adottò una macchina a vapore più grande, e senza null' altro innovare a quanto innanzi di lui si era fatto, riuscì a quello in cui gli altri e lui stesso avevano prima fallito.

Insistiamo su questi fatti attesochè mostrano da che dipenda la riuscita delle più ingegnose invenzioni, e fanno vedere ai meccanici che non basta combinare con raro talento gli elementi delle loro macchine, ma è loro necessario di renderne chiaro l' andamento con l' esperienza sottoposta al calcolo, se amano di contare sopra risultamenti sicuri.

« Si guarda il Fulton, dice Dupin, come uomo di genio per essere il primo riuscito nella navigazione a vapore, e si toglia quasi questo titulo alla maggior parte dei suoi predecessuri nella stessa carriera, che tutto avevano preparato a tal fine, avendovi più d' uno impiegato le ruote a pala, parecchii la macchina a vapore. Era stata dimostrata la facilità di cangiare l' azione alternativa di questa macchina in un movimento di rotazione come è quello proprio delle ruota a pale. Eransi costruiti alcuni bastimenti a vapore che riunendo tutti questi mezzi camminavano, benchè poco celeremente; non mancava che crescere convenevolmente questa celerità aumentando la forza motrice, senza ricorrere a nuove combinazioni meccani-

che diverse da quelle conosciute, ciò che, come abbiamo detto, ha fatto il Fulton, procnrandosi per qnesto i dati dell' esperienza ed i mezzi del calcolo. Dopo l' accadnto tutto il merito dei suoi antecessori si è annientato nella opinione volgare. Egli solo he raccolto i frutti della fama, e gli altri sono appena citati per memoria in alcnne narrazioni storiebe. »

Senza Fulton, la navigazione a vapore avrebbe forse tardato alqnanto di più; ma le cose erano giunte a tal punto che non poteva mancare di effetto, non essendo a credersi che il facile dubbio nato nel Fultoh in altri non insorgesse, e si sarà forse anche presentato ad alcuni, i quali non avranno però avuto i mezzi o il coraggio di verificarlo con l'esperimento come egli fece. Si onori quindi il sno ardimento, e la di lni perseveranza, anche per ciò che provano quanto fosse sicuro dell' avere scoperto la vera causa dei mali esiti precedenti; ma non si voglia dargli un titolo che per alcun modo non gli compete.

Continnò il Clermont a navigare sull' Hudson con grandissimo concorso di passaggeri, e, come si disse nell' articolo Barca addietro citato, fu seguito da molte altre barche iu America, ove la immensità dei laghi e la grande estensione dei fiumi rendevano importantissimo il trovato, e si accennarono ivi altresì le grandi navi da guerra imaginate da Fulton. Vedremo in appresso come nell' America prosperasse sempre più questo sistema di navigazione.

Malgrado il buon esito della barca, il Clermont non videsi tuttavia in Europa una nave a vapore in attività che dopo qualche anno, cioè nel 1812, al qual tempo accennossi nell' articolo Barca come se ne stabilisse nna sulla Clyde, segoita poi nel 1813 da altra. La prima, detta la Cometa, venne eseguita da Enrico Bell di Glasgow, il quale aveva veduto in America i primi saggi fortunati del Fulton; aveva quelle barca una macchina della forza di tre soli cavalli, la chiglia lunga 40 piedi ed era larga 10 $\frac{1}{2}$ e serviva di corriera fra Glasgow e Greenoch. Dappoi il nomero delle barche andò progressivamente aumentando, e nel 1815 se ne vedevano sei che navigavano regolarmente sul Clyde, doe delle quali trasportavano anche merci oltre ai viaggiatori. Una di esse, lunga 100 piedi, larga 17 $\frac{1}{2}$, aveva una macchina di 24 cavalli; un' altra ne aveva nna di 30. La distanza da Glasgow a Greenok è di 26 miglia per acqua e 24 per terra, e questo tragitto facevasi in tre a quattr' ore, comprese le fermate, ed anche in due ore e mezza quando erasi favoriti dalla marea. È cosa a notarsi che a principio sì scarsi erano i passaggeri da non compensare le spese di combustibile ed altre giornaliere da essa cagionate. Verso quel tempo Lawrence fece costrnire a Bristol nna barca a vapore e la condusse a Londra affinchè servisse al trasporto di passaggeri sul Tamigi: insorta però grave lite per opposizione fattagli dalla società de' barcainoli *(Company of Watermen)*, la quale per entichi titoli arrogavasi il diritto esclusivo di tale trasporto, dovette tornarsene a Bristol, e solo dappoi vennero tolti siffatti ostacoli. Parecchie altre barche a vapore stabilironsi poscia su varii fiumi d' Inghilterra e di Scozia con vario esito; ma erano in generale costruite molto imperfettamente, essendo che, ritenendosi molto incerte siffatte speculazioni, per minore spesa e rischio, vi si adoperavano barche e macchine vecchie, fino a che da questi sperimenti, benchè imperfetti, venne in altri la fiducia di costruire navi e macchine migliori, cogliendone non tenue profitto. Pare che nel 1815 abbiasi per la prima volta osato staccarsi dall' Inghilterra

con barche a vapore a spignersi in alto mare: a quel tempo una che faceva il viaggio da Glasgow a Greenok, poi da Londra a Margate fece il viaggio per mare da Dublino a Londra, passando il capo Lands-Ead. Questo viaggio è di 760 miglia e non senza pericolo a motivo delle correnti che dominano nel canale d'Irlanda e dei colpi di vento che assalgono all'entrar nell'Oceano. Fecesi in 121 ora, aiutandosi però con le vele. Nel 1818 venne attivata una posta regolare fra Greenok e Belfast con una nave della portata di 90 tonnellate, mossa da una macchina di 36 cavalli di forza. Nel 1819 un'altra barca di 150 tonnellate e munita di due macchine a vapore, ognuna della forza di 30 cavalli, servì al trasporto dei viaggiatori da Inghilterra in Irlanda ed al ritorno, e resistè assai bene, quantunque nel canale d'Irlanda il mare sia in generale burrasoso la nave, e ricevesse forti colpi di vento. Nel 1820 si stabilì un'altra barca per lo stesso servigio, e l'anno dopo si posero in opera barche di tragitto a Donvres ed a Holyhead. Ben presto videsi poi alcune navi fare tragitti fra l'Inghilterra e la Scozia e l'Irlanda e fra l'Inghilterra, il Portogallo e la Spagna.

Sul continente europeo la Francia fino dal 1815 vedeva una piccola barca a vapore costruita da Perrin provarsi sulla Senna fra due ponti, avendovi una macchina a vapore venuta dall'Inghilterra ed una sola ruota nel mezzo. In appresso tentava alcune altre prove, ma la imperfezione delle macchine, la cattiva scelta dei viaggi cui destinavansi le barche, ed alcune locali difficoltà le fecero cadere a vuoto, con rovina delle Società che intraprese le aveva. Il ministero della marina inviò agli Stati-Uniti l'abile ingegnere Marestier, perchè studiasse tale argomento e desse conto particolareggiato di ciò che ivi si era fatto in tal genere e dei risultamenti ottenutisi, e tutti conoscono la bell'opera che fruttarono queste indagini. Frattanto nel marzo 1816 videsi per la prima volta una barca a vapore a Parigi, e lo stesso anno una ne giunse a Colonia sul Reno. Anche dopo approfittossi in Francia assai poco delle navi a vapore, a tal che nel 1833 ve ne aveva sole 70 e nel 1838, 160 di una forza complessiva di 7500 cavalli, mentre l'Inghilterra a quel tempo ne contava 906 della forza di 74000 cavalli.

In Prussia fino dal 1815 erasi formata una Società per istabilire viaggi con barche a vapore fra Berlino e Charlottenburg, fra Amburgo e Maddeburgo. Nel dicembre del 1817 Allen, negoziante di Trieste, ottenne il privilegio di 15 anni per tragitti regolari da quella città a Venezia con barca a vapore, impresa che posesi in effetto al principio del 1819. Nel 1818 Antonio Bernhard, e Saint Leon ottennero privilegii per attivare, con metodi diversi la navigazione a vapore sul Danubio dai confini della Baviera fino a quelli della Turchia, e su tutti i fiumi che mettono foce nel Danubio medesimo, ed ambidue fecero prove dei loro meccanismi verso la fine del 1819. Verso quel tempo una società di Milano ottenne pure un privilegio per la navigazione sul Po, e fece le sue prove al principio del 1820 con barca appositamente costruita e con ottima macchina a vapore. Gli sperimenti sul Danubio e sul Po non sortirono a principio buon esito, per la rapidità delle correnti od altro qualsiasi motivo, e vedremo poi nella parte statistica come siasi a ciò riparato in appresso. Alcuni anni dopo istituironsi pure barche a vapore sui laghi di Costanza, di Ginevra, di Como e sul Lago Maggiore.

Così una scoperta, nata forse fino dal 1543, o per lo meno certo dal 1695, solo da pochi anni cominciò a mostrare

di quanta utilità esser potesse ferace, rapidamente diffusesi in ogni parte, e se tardò di molti anni, probabilmente per la imperfezione dei mezzi proposti o per la mancanza di sufficiente esettezza e capacità negli esecutori materiali delle macchine, molti pure ne perdette a cagione di un errore di calcolo nelle forze; nuova prova, se ve ne avesse bisogno, del non doversi disgiugnere dalla pratica le teoriche.

Forza necessaria. Dopo quanto si disse in addietro (pag. 419) sulla resistenza al moto che presentano le barche, parrebbe in vero superfluo il farsi adesso e considerare particolarmente la forza necessarie per le macchine a vapore che deggiono muoverle, e così di fatto sarebbe se tutta la forza della macchina potesse andare utilmente impiegata allo scopo voluto. Siccome però, parlando dei varii mezzi di spinta che si fanno agire col vapore, vedremo cagionar sempre questi perdite di forza più o meno grandi, cioè a dire una parte della forza ad essi trasmessa andare soltanto impiegata a vincere resistenze passive e non contribuire così allo scopo utile che è l'avanzamento della barca, così non sarà inutile di entrare in alcune indicazioni generali sulle norme da seguirsi per proporzionare la potenza delle macchine alle dimensioni della barca ed alla velocità che loro vuol darsi.

Primieramente, veduto essendosi quanta incertezza presenti il problema della resistenza della barca, non crediamo sarà discaro ai lettori trovare qui il tentativo fatto da un membro dell' Accademia delle scienze di Parigi per dare una teorica a tale oggetto.

I.° Sieno F F′ due forze applicate ad una medesima nave e V V′ le velocità comunicate. Restando uguali tutte le altre circostanze e crescendo soltanto le resistenza secondo i quadrati delle velocità, le forze dovranno crescere in ugual proporzione e si avrà necessariamente:

$$\frac{F}{F'}=\frac{V^2}{V'^2},\quad \frac{V}{V'}=\frac{\sqrt{F}}{\sqrt{F'}}.$$

Vale a dire che le forze devono stare fra loro come i quadrati della velocità, o che le velocità sono fra loro come le radici quadrate delle forze applicate.

Chiamando r_f, r_v le relazioni delle forze successivamente applicate a delle velocità successivamente ottenute, la formula

$$\frac{F}{F'}=\frac{V^2}{V'^2}\text{ diviene } r_f=r_v^2.$$

La relazione delle forze è adunque uguale al quadrato della relazione delle velocità.

Questa formula può ancora semplificarsi: prendendo in fatto V′ per unità di velocità la velocità comunicata da una forza conosciuta F′, si avrà tutto insieme F′ = 1, V′ = 1 e per conseguenza

$$F=V^2,\quad V=\sqrt{F}.$$

La forza adunque sarà uguale al quadrato della relazione della velocità, o la velocità uguale alla radice quadrata della forza. Volendo una velocità due o tre volte maggiore occorrerà pertanto applicare una forza quattro o nove volte maggiore.

II. Chiaminsi D, d le dimensioni corrispondenti di due navi simili, o di due navi in cui tutte le dimensioni omologhe sieno proporzionali, calcolando D e d, se vuolsi, le lunghezze o le larghezze delle navi; sieno F f le forze motrici applicate

ai centri di gravità, e V v le velocità prodotte. Mettasi per brevità $\frac{D}{d} = R_d$, questo R_d sarà la relazione fra le dimensioni delle navi.

Le forze hanno a vincere una doppia resistenza, quella dovuta alla inerzia del liquido da spostarsi e quella che proviene dalla velocità. Ciascuna di queste resistenze è proporzionale alla superficie della massima sezione immersa della barca che può dirsi l'aree di resistenza. Queste aree poi di resistenza sono proporzionali al quadrato delle dimensioni omologhe. Ciò posto per produrre velocità proporzionali alla dimensioni delle navi le forze che hanno a vincere una doppia resistenza devono essere anch' esse proporzionali ai quadrati delle aree di resisteoza o alle quarte potenze delle dimensioni; si avrà dunque tutto insieme.

$$\frac{F}{f} = R^4_d,\quad \frac{V}{v} = R_d$$

e per conseguenza

$$\frac{F}{f} = \frac{V^4}{v^4}.$$

È questa relazione fondamentale ed esprime che per produrre velocità proporzionali alle dimensioni omologhe le forze devono essere proporzionali alle quarte potenze di queste medesime dimensioni.

III. Abbiamo trovato che chiamando F, F′ le forze successivamente applicate ad una stessa nave e V, V′ le velocità comunicate, si ha generalmente;

$$\frac{F}{F'} = \frac{V^2}{V'^2}.$$

Parimenti per la seconda nave simile alla prima, nella quale, cioè, tutte le dimensioni omologhe sieno proporzionali, chiamando $f\,f'$ le forze applicate e $v\ v'$ le velocità prodotte, si avrà:

$$\frac{f}{f'} = \frac{v^2}{v'^2};$$

dividendo l' una per l' altra le due precedenti equazioni trovasi

$$\frac{F}{F'} \times \frac{f'}{f} = \frac{V^2}{V'^2} \times \frac{v'^2}{v^2}.$$

Se le seconde forze applicate F′ e f' sono proporzionali alle quarte potenze delle dimensioni, le velocità, come abbiamo veduto più sopra, sono proporzionali alla prima potenza di queste dimensioni stesse: si ha dunque

$$\frac{V'}{v'} = R_d,\quad \frac{F'}{f'} = \frac{V'^4}{v'^4} = R^4_d$$

e per conseguenza, sostituendo e riducendo,

$$\frac{F}{f} = R^2{}_d\ {}_2\left(\frac{V}{v}\right)^2$$

e chiamando per analogia R_f, R_v le relazioni fra le forze e le velocità si avrà semplicemente $R_f = R^2_d \times R^2_v$. La relazione delle forze è uguale al prodotto del quadrato delle relazioni delle dimensioni pel quadrato delle relazioni delle velocità.

Tale è la equazione notabile che lega fra loro le forze applicate a due navi simili e le velocità acquistate. Se ne possono dedurre molte conseguenze importanti.

Corollario 1.° Se le forze applicate

atanno fra loro coma le dimensioni dalla navi, si avrà

$$R_f = R_d, \text{ a } R_v = \frac{1}{R_d},$$

cioè, le velocità saranoo in ragionc inversa di queste dimensioni medesime : la velocità sarà di una metà se la nave ha doppie dimensioni.

Corollario 2.° Se le forze applicate atannò fra loro come i quadrati delle dimensioni delle navi si avrà

$$R_f = R^2_d, \quad R^2_v = 1, \quad V = v$$

le navi avranno uguali velocità qualunque sieno le dimensioni. Ciò è quanto dee accadere quando la forza sia esterna come è, per esempio, il vento ; imperocchè se, come supponiamo, le vele sono simili, le forze motrici proporzionali alle superficie delle vele saranoo fra loro come il quadrato delle dimensioni. Così una goletta col vento e con vele proporzionate potrà acquistare la stessa velocità che una fregata.

Corollario 3.° Se le forze sono fra loro come i cubi delle navi o come le loro masse si avrà

$$K_f = R^3_d, \; R^2_v = R_d, \; R_v = \sqrt{R_d}$$

le velocità, cioè, saraono fra loro come le radici quadrate delle dimensioni. Se le dimensioni della nave più grande sono quattro o nove volte quelle della piccola, la velocità della prima sarà doppia o tripla di quella della seconda.

Corollario 4.° Viceversa perchè le navi abbiano velocità uguali o proporzionali alle radici quadrate delle dimensioni bisogna che le forze sieno fra loro come i quadrati o come i cubi delle dimensioni della navi.

Scolio generale. Secondo questa teorica, supponendo conosciuta la relazione delle dimensioni delle navi, dando la relazione R delle velocità da ottenersi, si determinerà la relazione R_f delle forze che si devono applicare o viceversa.

In quanto alla valutazione diretta della forza della macchina nell' articolo BARCA di questo Snpplemento (T. II, pag. 209) si è veduto come abbiasi a stabilire la grandezza di una barca per una data velucità, coo una macchina, di cui sia data la poteoza : ed ivi pure (pag. 212) si è detto viceversa quale forza di macchina occorra per una barca di cui sieno date le dimensioni e la velocità, intorno al che feoesi pure qualche parola nell' articolo BARCA dei Dizionario. Crediamo tuttavia necessario di aggiugnere alcuni calcoli più particolareggiati sopra un tale argomento.

Marestier, il quale fece molti ed importantissimi studii pratici ed indagini sulle barche a vapore di America, come avemmo occasione di accennare più addietro, cercò le relazioni che devono avervi o almeno che si possono senza inconveniente riguardare come stabilite fra la forza delle macchine a vapore, la grandezza delle ruote e delle loro pale, e le dimensioni principali del vascello.

Partendo da questi dati, presi da esperienze fatte su diciottu bastimenti di cui ha confrontato l'andamento, indagò :

1.° La tensione abituale del vapore ; 2.° il numero di giri fatti dalle ruote in un minuto ; 3.° la celerità dello stautuffo ; 4.° il rapporto della superficie di una pala a quella di un rettangolo che abbia la larghezza del bastimento per base e la immersione per altezza ; 5.° lo spazio percorso in un secondo dallo spigolo interno delle pale ; celerità che dev' essere almeno grande quanto quella del bastimento, se non si vuole che la parte ioterna delle pale percuota il fluido in

senso opposto al cammino del vascello; 6.° la celerità del bastimento valutata in metri al secondo, pel calcolo matematico, ed in nodi all' ora, per l' uso comune dei marinai; 7.° il numero per cui bisogna moltiplicare la celerità del bastimento divisa pel numero delle doppie oscillazioni dello stantuffo, per avere il diametro delle pale; 8.° il moltiplicatore che fa conoscere la relazione della celerità del vascello col numero seguente: il diametro del cilindro della macchina moltiplicato per la radice quadrata del prodotto dello spazio percorso dallo stantuffo e dell' altezza della colonna di mercurio sostenuta dal vapore; e questo risultamento, diviso per la radice quadrata del prodotto della larghezza del bastimento, della immersione di esso e del diametro delle ruote a palette.

Col mezzo di calcoli, presentati nelle note della prima memoria, Marestier arriva a varie conclusioni che non devono riguardarsi per la maggior parte che quali espressioni approssimate delle vere leggi che ancora non si conoscono. Ecco l' annunzio delle relazioni approssimative cui l' autore è giunto.

1.° Il cubo della celerità del bastimento è minore della forza della macchina divisa per la resistenza di esso. Il cubo della celerità media delle pale supera questa stessa quantità che è il limite del cubo di ambedue le celerità. Per arrivare a questo limite bisognerebbe che le pale fossero infinite.

2.° La celerità del bastimento è in ragione diretta della radice cubica della forza della macchina, ed in ragione inversa dalla radice cubica della resistenza del bastimento e della quantità $1+\frac{b}{a}$, la resistenza del bastimento essendo rappresentata da b^2 e quella delle pale da a^2.

3.° La relazione della quantità

$$\sqrt[3]{\left(1+\frac{b}{a}\right)},$$

determinata per un bastimento, alla quantità analoga

$$\sqrt[3]{\left(1+\frac{b'}{a'}\right)},$$

determinata per un altro, differendo poco dall' unità, la celerità d' un bastimento è presso a poco proporzionale alla radice cubica della forza della macchina divisa per la radice cubica della resistenza del bastimento.

4.° La celerità d' un bastimento è quindi presso a poco eguale ad un coefficiente costante moltiplicato per la radice cubica del prodotto dell' altezza della colonna di mercurio che il vapore può sostenere; del quadrato del diametro dello stantuffo; dello spazio percorso dallo stantuffo e del numero di volte che si alza in un minuto.

Questo prodotto, diviso per la radice cubica del prodotto della larghezza del bastimento per la sua immersione, conduce al valore che si è indicato per moltiplicatore della semplice celerità.

Questo moltiplicatore non è un numero costante, ma varia da 20,29 a 27,65 pei bastimenti da Marestier assoggettati a' suoi calcoli. Il medio fra tutti i moltiplicatori, ad eccezione d' un solo che il Marestier rigetta, perchè non è sicuro della celerità del bastimento corrispondente, eguaglia 23,41. Nulladimeno il Marestier preferisce 22, benchè gli esempii cui applica quest' ultimo, dimostrino che meglio varrebbe impiegare il primo.

Applicando il numero 22 alla ricerca

della celerità del bastimento a vapore l' Africano, costruito dalla marina francese, il Marestier trova una celerità troppo debole di 0,04; prendendo 23,41, vi trova un valore che non differisce del 2 per cento dalla celerità data dall' esperienza.

Se si prendesse 22 per valore medio del moltiplicatore, come fa il Marestier nella sua memoria, potrebbesi in molti casi non avere la celerità esatta fino ad un decimo. Ciò è quanto accade, per esempio, nel bastimento la Virginia per cui una celerità di metri 3,3 al secondo esige il moltiplicatore 25,24. Allora 22 preso per moltiplicatore darebbe una celerità troppo debole circa del 15 per cento. Prendendo 23,41 per moltiplicatore si troverebbe una celerità inferiore soltanto dell' 8 per cento.

Quanto ai due bastimenti la Delaware e gli Stati-Uniti che danno per moltiplicatori quantità inferiori a 22, bisognerebbe conoscere se, nelle particolarità delle loro forme, nulla vi fosse di straordinario che potesse spiegare l' inferiorità di questi moltiplicatori. Di fatto si vede nelle note del Marestier che uno dei due bastimenti aveva le forme grossissime e poco favorevoli al cammino; potrebbe pobabilmente esservi una causa analoga per l' altro bastimento.

Barlow, esaminando invece la fregata a vapore la Medea, una delle navi più perfette della marina inglese, trovò che la relazione fra la resistenza reale, e quella che opporrebbe la massima sezione di essa, è di $\frac{1}{17}$. Facendo il calcolo dietro le esperienza del colonello Beaufoy trovasi per questa relazione $\frac{1}{16}$, non essendo grande, come si vede, la differenza. Ecco il calcolo di Barlow per la Medea.

Con la velocità normale che impiega bene la forza della macchina, e che è di $4^{m},938$ al secondo, la superficie della massima sezione immersa è di $27^{m.q.},974$. La forza della macchina di questa nave è di 220 cavalli effettivi, e siccome le ruota non utilizzano, secondo Barlow, che i $\frac{1}{3}$ di questa forza, così la resistenza totale della nave sarà di $\frac{2}{3}$ 220 = 146 cavalli = 10,950 chilogrammi al metro, al secondo. La resistenza di una superficie piana di un metro quadrato che muovasi con la velocità di un metro al secondo supponendosi di 55 chilogrammi, e crescendo la resistenza come il quadrato della velocità, quella opposta dalla parte immersa della massima sezione al secondo sarà uguale a

$$55^{chil.} \times (4,938)^2 \times 27,974 \times 4,938$$

che, moltiplicata pel coefficiente k, uguaglierebbe l' effetto della potenza 10950 chilogrammi ad un metro, donde si deduce

$$k = \frac{10950}{27,974 \times (4,938)^3 \times 55} = \frac{1}{16,92},$$

o circa $\frac{1}{17}$ che è la media trovata da Barlow sopra molte barche diverse. Facendo di 50 chilogrammi soltanto la resistenza di un metro quadrato, la relazione diventa di $\frac{1}{15}$. Barlow dedusse questa relaziona di $\frac{1}{17}$ da dieci esperienze in cui trovò variazioni da $\frac{1}{15}$ a $\frac{1}{24}$.

Secondo Eulero, la lunghezza di questa nave essendo uguale a cinque volte e mezza la sua larghezza, questa relazione dovrebbe essere stata di $\frac{1}{16}$. Seguin in una sua memoria facendo calcoli analoghi su due barche, l'una perfettissima, l'altra male costruita, trovò questa relazione variare da $\frac{1}{14}$ ad $\frac{1}{31}$. Per alcune barche Barlow la trovò di $\frac{1}{24}$. Lo stesso andamento della barche a vapore mostra questa relaziona essere assai debole, imperciocchè le pala delle ruote essendo piane ed avendo sezione molto minore di quella della barca,

conviene che la forma della carena diminnisca sensibilmente la resistenza, perchè possa aver luogo il movimento con una certa rapidità.

Troviamo nel Trattato d' idraulica del D' Aubuisson la seguente formnla della forza da darsi ad nna barca a vapore

$$6\,S\left(\sqrt{\frac{S}{s}}+3\right)(\pm V \mp u)^3,$$

S essendo la parte immersa della massima sezione della barca; s la snperficie della parte delle pale che pesca nell' acqua, supponendo quella di due pale in posizione verticale; V la velocità del fluido; u la velneità assoluta della barca. I segni superiori si riferiscono al caso in cui la barca risalga una corrente e quelli inferiori al caso in cui discenda lungh' essa. Questa formula mostra essere tanto minore la forza da impiegarsi quanto più grande sarà la snperficie s delle pale. L' imbarazzo però che cagionano sulle barche le ruote troppo larghe inducono a non dar loro maggior larghezza che due o tre volte la parte immersa, la quale suol essere di $\frac{1}{7}$ od $\frac{1}{4}$ del raggio.

Un oggetto meritevole di molto riguardo per parte dei proprietarii e costruttori di navi a vapore si è quello eziandio di conoscere quale forza giovi dare ad una nave perchè alla rapidità e regolarità unisca la economia; in altre parole quale sia la velocità da darsi alle barche a vapore che torna più utile dal lato economico. Tale quistione presenta molte difficoltà, mentre se per una parte si desidera dare una capacità considerevole per fare un grande carico, come è il caso in generale, conviene per l' altra diminuire la potenza della macchina, affinchè occupi meno spazio che sia possibile e occorra una minor proporzione di combustibile. Se in questo caso ottiensi meno velocità è certo altresì che si consuma meno combustibile, e perciò la regola di adottare una debole proporzione della potenza relativamente alla portata fu per lungo tempo la massima fondamentale di molte società.

Per altra parte quando richiedasi assolutamente una data velocità conviene far uso di una maggiore potenza, e questa consnma assai più combustibile in un tempo dato. Ciò non solamente è verissimo, ma inoltre si sa questo aumento di consumo crescere più rapidamente della velocità che può guadagnarsi, a tal che un consumo quadruplo di combustibile non procura che una doppia velocità. Sembra perciò che l' uso di grandi forze con molto consumo di combnstibile non produca da ultimo che un troppo scarso aumento nella velocità per poter pensare neppure a questo vantaggio, e da queste considerazioni teoriche sembra risultare esservi economia nell' uso di una leggera potenza relativamente alla portata della barca.

Barlow, avendo invero fatti esperimenti pratici sopra barche mosse con grande velocità per conoscere quale diminuzione di spesa, valutata dal consumo di combustibile, poteva ottenersi col rallentamento, riconobbe che gli ultimi aumenti di velocità costavano assai cari, e ciò non tanto per l' aumento di resistenza dell' acqua, come perchè l' effetto utile delle ruote a pale non aumenta che assai lentamente con la velocità. Inoltre la macchina a vapore agisce in circostanze meno vantaggiose per effetto dell' aumento di velocità dello stantuffo, e le perdite prodotte dai colpi delle pale e dallo slancio dell' acqua crescono rapidamente. In uno esperimento una diminuzione di $\frac{1}{24}$ nella velocità ne produsse una di $\frac{1}{6}$ nella qnantità del combustibile consumato. In altro sperimento la riduzione di $\frac{1}{4}$ della velocità diede un risparmio della metà del combustibile. Da

ciò si vede che con le ruote a pale gli ultimi aumenti di velocità non si ottengono che in circostanze svantaggiose e ad assai caro costo.

Per quanto tuttavia sia giusto questo principio dedotto dalla esperienza se lo si applica a barche non esposte a pericoli di vento o di burrasche, la cosa sembra essere altrimenti per le navi che hanno a far viaggi sul mare e di lunga durata. In tal caso Russel dice i vantaggi economici delle minori velocità essere soltanto apparenti e non realizzarsi in pratica. Egli credette invece osservare in tutte le navi, dove erasi gradatamente aumentata la forza, e quindi anche la velocità, il consumo del combustibile essersi in complesso diminuito. Per assicurarsi di questo fatto esaminò i registri delle navi di varie società, e, dietro le note del consumo di combustibile, trovò aversi avuto economia adoperando forti potenze e grandi velocità. Questo fatto condusse Russel ad un notabile risultamento e di grande importanza che venne in appresso quasi generalmente adottato. Il principio da Russel stabilito è il seguente. Allorchè una barca a vapore viaggia in mare aperto ed esposta a venti contrari avvi una certa velocità ed una potenza massima che possono ottenersi col minor consumo di combustibile e con minor ingombro di spazio che con una velocità ed una potenza minore. Russel cercò dimostrare questo principio con l' esempio seguente in cui suppone la stessa nave posta in moto da macchine di forza diversa e determina aritmeticamente il consumo del combustibile; quindi mediante una formula generale deduce facilmente tutti i casi particolari.

Tempo favorevole. — Portata 1200 tonnellate; forza 400 cavalli, 9 miglia all' ora o 216 miglia al giorno; una tonnellata di carbon fossile all' ora; 2160 miglia in dieci giorni; 240 tonnellate di carbon fossile.

Portata 1200 tonnellate; forza 500 cavalli; dieci miglia all' ora; 240 miglia al giorno; una e $\frac{1}{4}$ tonnellate di carbon fossile all' ora; 2160 miglia in nove giorni; 270 tonnellate di carbon fossile.

Tempo sfavorevole. — Portata 1200 tonnellate; forza 400 cavalli; 5 miglia all' ora; 120 miglia al giorno; una tonnellata di carbon fossile all' ora; 2160 miglia in 18 giorni; 436 tonnellate di carbon fossile.

Portata 1200 tonnellate; forza 500 cavalli; 6 $\frac{3}{4}$ miglia all' ora; 162 miglia al giorno; una e $\frac{1}{4}$ tonnellate di carbon fossile all' ora; 2160 miglia in 13 $\frac{1}{7}$ giorni; 395 tonnellate di carbon fossile.

Un' altra circostanza in cui pure si può trarre vantaggio da una grande potenza si è per quelle società le quali posseggono navi che compiono solitamente il loro viaggio in 15 giorni, ma che talvolta, a motivo dei venti contrarii e delle burrasche, sono costrette d' impiegarvi 20 giorni, nei quali casi deesi regolare le partenze in modo da tenere conto di queste circostanze; è allora necessario di avere 4 a 5 navi per mantenere una comunicazione regolare, mentre invece dovrebbero bastare 3 a 4 navi se si aumentasse la potenza in guisa da ridurre a 10 giorni la durata media del viaggio ed a 14 giorni quella col tempo sfavorevole. Avrebbesi dunque in tal guisa un grande risparmio di capitale, ed inoltre si farebbe un numero maggiore di viaggi.

Dietro queste considerazioni e nuovi esami posteriori, Russel pervenne alle conclusioni seguenti:

1.° Vi ha molto vantaggio, massime nei viaggi di lungo corso, per economia, sicurezza e rapidità nell' uso di barche a vapore di maggior forza di quella adottata più generalmente finora;

2.° La regola seguente può servire per determinare la relazione più vantaggiosa fra la forza della macchina e la portata in ciascun caso particolare. Dal quadrato della velocità v di una data nave e nel tempo più propizio alla navigazione sottraggasi il quadrato della velocità v' della nave stessa nel tempo contrario o sfavorevole, dividasi questa differenza dei quadrati pel quadrato della prima velocità, ed il quoziente, moltiplicato pel doppio della forza in cavalli h' della detta nave, sarà la forza h che farebbe muovere la nave in quelle date circostanze con la minore quantità di combustibile. Si ha cioè

$$h = 2\,h'\left(\frac{v^2 - v'^2}{V^2}\right);$$

3.° Quanto alla relazione assoluta o definitiva si può ammettere, dietro l'esame delle migliori navi costruite ed osservate finora che la relazione fra la forza e la portata non debba superare un cavallo per due tonnellate, nè essere inferiore a quella di un cavallo per tre tonnellate: la maggior relazione conviene specialmente alle piccole navi e la minore a quelle che hanno dimensioni più grandi;

4. Si può aumentare utilmente alcun poco la relazione fra la forza e la portata dedotta da questa regola, e Russel notava essere possibile che il perfezionamento delle costruzioni navali e l'adottarsi barche più svelte e lunghe portassero questa relazione alle proporzioni di 1 a 4.

Questa previsione verificossi di fatto nelle barche per la navigazione transatlantica. Nelle barche pei canali, a meno di speciali considerazioni, giova, come dicemmo, scemare assai più la relazione anzidetta.

Una grande potenza sulle piccole navi procura molta velocità, ma non possono caricarsi in allora se non che di piccola quantità di carbone, sufficiente tutto al più ad alimentarla per alcuni giorni, mentre invece le grandi navi ne possono provvedere in proporzione molto maggiore, il che dà loro il modo di percorrere grandi distanze. La capacità di una nave crescendo siccome il cubo delle sue dimensioni, mentre invece la resistenza cresce come i quadrati di esse ed è proporzionale alla massima sezione immersa, si vede per qual motivo giovi costruire enormi vascelli pei lunghi tragitti, come si fa per quelli destinati a stabilire una comunicazione con l'America a fine di poter aumentare la loro velocità non che l'approvvigionamento di combustibile che possono portare seco.

Dicemmo essersi oggidì da molti adottato il principio dei vantaggi delle grandi velocità notato da Russel. In vero sull'Hudson, agli Stati-Uniti, si munì una barca della forza motrice di 750 cavalli, al solo scopo di abbreviare alcun poco il tempo del tragitto dalla Nuova York ad Albany che si fa adesso in dieci ore. Sul Rodano avvi una barca di 200 cavalli e duole che la poca profondità di quel fiume ponga un limite a questa forza. Nell'America si giugne perfino a percorrere 15 miglia o sei leghe all'ora in un'acqua tranquilla. Nella state del 1844 una nave risalì una corrente la cui velocità media è di 3 a 4 miglia (5 a 6, 5 chilometri) all'ora per andare dalla Nuova Orleans a San Luigi, distanza di 1200 miglia (193 miriametri) che si percorse in tre giorni e 23 ore, restando un giorno e mezzo a San Luigi per iscaricare, caricar nuovamente a tornare alla Nuova Orleans, avendosi fatte 2400 miglia, (386 miriametri) in meno che nove giorni. La velocità media, trascurando i vantaggi e i discapiti prodotti dalla corrente od altro, fu di 16 miglia all'ora (circa 27 chilometri o presso a poco 14 nodi.)

Le barche in Europa non giungono a tanta velocità, stimandosi aver fatto assai quando arrivino a percorrere 10 miglia e mezzo all' ora.

Un obbietto che già abbiamo in addietro accennato contro l' uso di macchine molto possenti per ottenere grandi velocità è che, al peso delle macchine dovendo aggiugnersi quello del combustibile da trasportarsi, alle grandi velocità le macchine compiono quasi affatto col loro peso il carico della barca, la quale non può ricevere combustibile che per alcune ore. Mellet e Tourasse indicano come segue la massima distanza che può percorrere con diverse velocità un piroscafo di 500 tonnellate interamente caricato di carbone alla sua partenza.

VELOCITÀ al 1'' in metri	FORZA della macchina in cavalli	TRAGITTO IN LEGHE di 400 metri
1,46 . . .	. 6 . .	. . 20,000
2,23 . . .	. 25 . .	. . 7,500
2,78 . . .	. 49 . .	. . 4,600
3,24 . . .	. 85 . .	. . 2,950
3,90 . . .	. 135 . .	. . 1,900
4,45 . . .	. 200 . .	. . 1,150
5,00 . . .	. . 287 . .	. . 660
5,56 . . .	. 392 . .	. . 275
6,00 . . .	. 500 . .	tragitto brevissimo

I numeri di questo quadro però suppongono macchine senza espansione, mentre con la economia che questa procura si possono fare più lunghi viaggi: inoltre le navi munite di alberi permettendo di valersi del vento, questo, quando è favorevole, scema altresì il lavoro delle macchine ed il consumo del combustibile.

Addurremo alcuni esempi di fatti intorno a ciò. Il Rotterdam che sposta 605 tonnellate di acqua, impiega una macchina della forza di 140 cavalli, cosicchè ciascun cavallo non trascina che 4320 chilogrammi. Per ciascun tragitto non prende che 40 tonnellate di carbon fossile che rinnova a ciascun approdo, potendo con ciò portare 190 tonnellate per carico e passaggeri, cioè $\frac{1}{3}$ circa della sua portata. La sua velocità media è di otto o nove nodi all' ora, facendo le ruote 16 a 20 giri al minuto.

Una grande barca a vapore invece che spostava 2350 tonnellate ed aveva altresì una macchina di 450 cavalli di forza, trascinava per ogni cavallo 5225 chilogrammi, cioè 905 di più del Rotterdam; ma non le rimaneva che 253 tonnellate per l' equipaggio, merci e passaggeri, vale a dire appena $\frac{1}{9}$ della sua portata totale. La sua media velocità era soltanto di 7 ad 8 nodi all' ora per 8 a 15 giri di ruote al minuto. Se si volesse darle la velocità

del Rotterdam, converrebbe applicarvi oltre a 550 cavalli, ma allora non potrebbe contenere il carbone necessario ad un viaggio di 20 giorni senza fermarsi per far provvigione di combustibile.

Si può quindi dare grandi velocità ad una barca leggera quando si possa rinnovare con frequenza il combustibile, mentre invece è duopo limitarsi a mediocri velocità per le grandi barche che devono caricarsi di un enorme approvvigionamento di combustibile per fare lunghi tragitti senza toccar terra.

Gl' Inglesi fecero molte ricerche in tale proposito, e non limitarono le loro osservazioni ad uno o due viaggi fatti da una o due navi, ma le estesero a cinquanta viaggi fatti da 14 piroscafi del governo durante cinque anni, dal 1830 al 1834, fra Falmouth e Corfù, Bombay e Suez, gita a ritorno. Questi piroscafi, della portata di 265 a 730 tonnellate, o, a termine medio, di 417 tonnellate, mossi da una forza di vapore di 80 a 220 cavalli, o, a termine medio, di 103 cavalli, in 1280 giorni percorsero 295000 nodi o miglia, e la velocità variarono fra 5,5 a 10,5 nodi o miglia all' ora, con 6 a 21 giri di ruota al minuto, sicchè la velocità media ottenuta fu di 6,1 nodi o miglia all' ora. Fu dopo queste indagini che si posero macchine più possenti su navi leggere per ottenere maggiori velocità, attesa l' agevolezza di provvedersi di carbone che hanno queste barche destinate al cabottagio ed a brevi tragitti.

Il piroscafo British-Queen nel novembre 1839 fece il viaggio da Londra a Nuova York. La massima sua velocità fu di 10,3 miglia all' ora con 15 giri delle ruote al minuto e il consumo di 1,675 chilogrammi di carbone all' ora. La sua minore velocità fu di 4 miglia con 8 giri delle ruote al minuto e col consumo di 915 chilogrammi di carbone all' ora; finalmente la media velocità di 7,7 miglia, con 11,40 giri di ruote al minuto e col consumo di 1304,85 chilogrammi di carbone all' ora e per la totalità del viaggio 712,700 chilogrammi di carbone. Questa nave, dopo avere toccato Portsmouth, impiegò 20 giorni per giugnere da questo porto a Nuova York. Questa medesima nave, partita da Nuova York il 7 ottobre 1842, provveduta alla sua partenza dell' ordinaria provvigione di carbone, fu costretta di approdare alle Azorre per rinnovarlo, e dopo 26 giorni di viaggio giunse a fatica a Cowes, con grande gioia dei proprietarii, i quali la stimavano perduta.

Nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 213) feci un qualche cenno sulle speciali avvertenze da aversi nel calcolare la forza da darsi alla macchina per una barca che abbia a camminare in un' acqua corrente. Il Marestier stabilisce in tal caso le norme generali che seguono: la celerità d' un bastimento che risale un corso di acqua qualunque dee essere una volta e mezza la celerità della corrente, perchè il consumo di forza e quindi del combustibile, sia il minore possibile; ma questa celerità quasi sempre è al di sotto di quella necessaria a soddisfare ai bisogni del commercio, e sopra tutto ai bisogni della circolazione dei viaggiatori.

Nel caso in cui il bastimento risalga con una celerità eguale ad una volta e mezza quella della corrente, se questa forza agisce a bordo, con una macchina a vapore, u altrimenti, è necessaria una forza motrice tre volte maggiore, di quello che tirando l' alzaia da un punto fisso sul fondo o sulla riva.

Allorchè la corrente è rapidissima, se la forza agisce sulla barca, diviene vantaggioso il risalire con un' alzaia mossa dal meccanismo stesso e fissata a qualche punto di ormeggio. Devesi preferire in-

vece l' uso della ruote a pale mosse dalla forza interna del bastimento : 1.° se bisogni risalire quando la corrente ha poca celerità ; 2.° in tutti i casi in cui si tratta di scendere. I caratteri di queste maniere d' azione vennero riconosciuti da varii meccanici, i quali usarono il primo modo per passare i ponti, o risalire i fiumi rapidi, mentre hanno generalmente preferito il secondo per discendere i corsi d' acqua.

Macchine. Nell' articolo Barca di questo Supplemento (T. II, pag. 211), trattando di questo argomento medesimo, dicemmo come non si potesse estendersi in esso senza incorrere in ripetizioni di quanto si riferisce alle macchine a vapore in generale, ma doversi solo notare alle circostanze speciali cui è duopo por mente in tal caso ed alle modificazioni che distinguono i meccanismi applicati sulle barche dagli altri che agiscono sulle macchine stabili o su quelle delle locomotive. Questa parte pertanto del presente articolo non sarà che un'aggiunta a quanto si è detto nel luogo sopraccitato dell'articolo Barca ed avrà come quello il suo compimento dall' altro *macchine a* Vapore ivi citato.

È a considerarsi primieramente a quali macchine si debba la preferenza fra quelle che agiscono a pressione uguale o pochissimo superiore a quella atmosferica, giovandosi della condensazione del vapore per produrre un vuoto imperfetto e che perciò si chiamano *a bassa pressione*; quelle in cui il vapore non supera che una o due volte la pressione atmosferica, giovandosi altresì del vuoto che dalla condensazione risulta, le quali macchine diconsi *a media pressione*; finalmente, quelle in cui il vapore, portato a più alta pressione, sfugge nell' atmosfera dopo aver prodotto il suo effetto, e che si dicono perciò *ad alta pressione*. Ciascuna di queste tre specie di macchine ha particulari vantaggi e discapiti, alcuni dei quali vennero accennati nell' articolo Barca e che qui ricorderemo semplicemente, soggiugnendone altri ove occorra.

La bassa pressione, che è quella generalmente preferita e quasi esclusivamente adottata fra noi, ed è quella altresì che più comunemente s' impiega in Europa, ha i vantaggi di un andamento assai regolare, di una facile manutenzione e di una minore dispersione di calorico per irradiazione, attesa la più bassa temperatura cui si porta il vapore. Adottasi perciò, massime nei viaggi a lungo corso, dove interessa non avvengano sconcerti che potrebbero riuscire fatali, non avendosi il modo di ripararli. I discapiti di queste macchine, per altra parte, sono la loro maggiore complicazione e grandezza, l'uso meno economico del vapore, una gran parte della cui forza va impiegata per mantenere il vuoto, cosicchè queste macchine consumano da 6 a 7 chilogrammi all' ora per ogni cavallo di forza. Un altro svantaggio considerevole di queste macchine è quello di prestarsi meno utilmente all' uso della espansione che procura grande economia di combustibile, come vedremo, ed è a notarsi che nel caso delle barche a vapore il risparmio di combustibile non ha solamente per oggetto la economia della spesa, ma altresì il minor peso ed ingombro, e la possibilità di fare così più lunghe gite senza bisogno di approvigionarsi di nuovo.

La media pressione, se ha da un lato lo stesso discapito di quelle a bassa pressione, di avere, cioè, tutta quella complicazione ed ingombro che uccorre per la condensazione, se di più espone a maggiori perdite di irradiazione, ha per altra parte i vantaggi di esigere dimensioni minori, ed un minor consumo di combustibile, massime per ciò che permette di valersi della espansione. Quantunque sia vero

che il pericolo dello scoppio non diviene maggiore con l'aumento della pressione, tuttavie duopo è pur confessare che ove questo avvenisse tanto più fetale riuscirebbe prubabilmente quanto più elevata fusse le temperatura della caldaia, e maggiore per conseguenza il subitaneo sviluppo del vapore. Alcuni altresì di quegli svantaggi che sono particolari alle macchine ad alta pressione, e dei quali diremo qui appresso, suno comuni altresì e quelle a media, benchè in minor grado. Egli è forse per queste ragioni che siffatte macchine, tutto che più vanteggiose delle altre, massime dal lato economico, non sono adoperate con quella generalità che dovrebbero, preferendovisi quelle a bassa pressione.

Le macchine ad alta pressione, proibite, come vedemmo all' articolo Barca, in al cuni paesi dell' Europa, sono quasi esclusivamente adoperate in America. Hanno i vantaggi di una grande semplicità di costruzione, di un minore ingombro di spazio e di peso, e di potersi facilmente portare ad una forza considerevule, riuscendo quindi vantaggiose nel caso in cui più di ogni altra cose interssi una grande rapidità per corti tragitti. Perciò si adoperano di preferenza in alcuni casi, slanciando il vapore nel camino, malgrado che vadano con più frequenza soggette a bisogni di riparazioni, e consumino una maggiore quantità di combustibile che ascende fino a 9 a 10 chilogrammi all' ora per ciascun cavallo di forza; consumo però che con la espansione può ridursi a 6 chilogrammi, aumentando in tal caso le proporzioni delle varie parti della macchina ad eccezione della caldaia. Ai suaccennati ventaggi l' alta pressione adoperata sul mare eggiugne quelli che la viva combustione che vi si opera, è resa pericolosa dai copiosi depositi salini che produce l' acqua del mare, non che dai movimenti di rullio delle navi, i quali slanciano l' acqua contro alle pareti della caldaia cui l' abbassamento di livello dell'acqua avesse permesso di riscaldarsi notabilmente. Inoltre i molti accidenti che di continuo succeduno in America con queste macchine nun parlano certo in loro favore, quantunque sia certo che provengono in gran parte dalla somma trascuratezza ed imprudenza di quelli che se ne servono e dal poco rigore usato dalle leggi per evitarli. Ad ogni modo è certo, come notammo parlando della media pressione, le conseguenze dello scoppio, ove questo avvenge, dover essere in tal caso assai più gravi e fateli.

Esposte così le condizioni utili e dannose di ognuna di queste tre specie di macchine, un'altra cosa importante a considerarsi è quella relativa ai vantaggi della Espansione. A quell' articolo, e più a quello Vapore nel Dizionario (T. XIV, pag. 22), vedemmo che si intenda per quella parola, e quali sieno i vantaggi di giovarsi di quell' effetto, intorno ai quali tennesi pure discurso nell' altro articolo Vapore *(Macchine a)* nel Dizionario (T. XIV, pag. 89). Era cosa ben naturale l' epplicare siffatto spediente alle macchine per le barche a vapore dove per più motivi, come notammo, tanto interessa il risparmio del combustibile; tuttavia di raro vedevansi per lo passato macchine di tal fatta usarsi nella navigazione, e ne era motivo l' avere in quella prevalso l' uso delle macchine a bassa pressione, nelle quali l' espansione aveva recato assai poco vantaggio, e sovente altresì cagionato alteraziuni nell' andamento della macchina. Ciò derivava dalla circostanza che il vapore prodotto nelle caldaie sotto una pressione la quale supera quella atmosferica soltanto di 20 a 50 centimetri di mercurio, non conserva queste pressione passando nei condotti e nei fori che dee attraversara, e

giugne nei cilindri con pressione appena uguale a quella atmosferica. La dilatazione adunque che risulta dalla espansione diminuisce l'effetto del condensatore e produce inoltre molta acqua che viene poscia rispinta attraverso gli orifizii di uscita dove può inceppare il passaggio del vapore. Molte esperienze fatte in proposito sembravano provare non esservi alcun vantaggio nel lasciar espandere il vapore per le macchine a bassa pressione. Tuttavia oggidì la maggior parte delle macchine dei grandi piroscafi sono ad espansione, e l'Inghilterra lodasi molto di questa innovazione.

Nel caso invece in cui si adoperi il vapore ad una pressione media di 2 a 4 atmosfere con la condensazione, l'uso della espansione è indispensabile pel buon effetto. In vero il grande volume di vapore alla temperatura di 130 a 140 gradi esige un aumento proporzionato alle dimensioni del condensatore e della tromba ad aria, le quali parti, per conseguenza, riuscirebbero di molto peso ed ingombro, se non si diminuisce la quantità del vapore da condensarsi col mezzo dell'espansione. Inoltre riuscendo tanto più efficace il lavoro di questa quanto più la pressione s'innalza, vi si trova grande economia di combustibile. Questo sistema, combinato con una buona costruzione di caldaia e con un mantenimento regolare del fuoco, non dee consumare più che tre e mezzo chilogrammi all'ora per cavallo di forza.

Dietro ricerche fatte da Reech e citate da Campaignac risultano i fatti seguenti. Nelle macchine disposte e proporzionate come lo sono quelle della marina reale dette di 160 cavalli la massima potenza non corrisponde al caso in cui affluisce il vapore per tutta la corsa dello stantuffo, ma a quello in cui la espansione comincia agli $\frac{854}{1000}$ della corsa, di modo che si avrà aumento di forza diminuendo di $\frac{1}{7}$ il consumo del vapore, e quello del combustibile in conseguenza. Ciò dipende dalla lunghezza del tempo fisicamente necessario perchè possa farsi il vuoto convenientemente dinanzi allo stantuffo al principio di ogni nuova corsa, lo che rende necessario di cominciare dal togliere il vapore dal condensatore innanzi alla fine di ciascuna corsa dello stantuffo. Gioverebbe perciò adottare una regola generale di non ammettere il vapore nel cilindro che pei $\frac{4}{7}$ della corsa, o tutto al più, in via di eccezione, ai $\frac{5}{6}$. Volendo economizzare il combustibile converrà utilizzare la forza espansiva del vapore prima dei $\frac{4}{7}$ della corsa; allora la potenza assoluta che si otterrà in una macchina data decrescerà in pari tempo che il consumo del vapore o del combustibile, ma la relazione fra la potenza e la spesa andrà crescendo fino ad un certo limite, il quale non si conosce perfettamente. Si ha motivo di credere che si avranno i risultamenti che seguono:

Frazioni della corsa in cui affluisce il vapore nel cilindro	Consumo di vapore e di combustibile	Forza ottenuta
1,000	1,171	0,82
0,975	1,142	0,85
0,854	1,000	1,00
0,800	0,930	0,98
0,750	0,870	0,97
0,500	0,580	0,81

Maudslay nelle sue macchine non introduce il vapore nel cilindro che pei $\frac{7}{10}$ della corsa, approfittando in tal guisa di tutti i vantaggi sopra enunciati, senza per altro adoperare la espansione in limiti così grandi che l' indebolimento di tensione del vapore obblighi ad impiegare cilindri di un gran diametro e per conseguenza macchine molto pesanti. Ottiensi la espansione con ciò che dicesi il *ricoprimento della valvula a sdrucciolo*, dando agli orli della cassetta di essa una larghezza maggiore del foro della introduzione del vapore.

Si fa in guisa altresì che questa valvula cangi le comunicazioni e prepari con ciò la condensazione un poco prima che lo stantuffo sia giunto alla estremità della sua corsa, lo che dicesi la *precessione*. In tal guisa viene ad economizzarsi l' azione del vapore che si utilizzerebbe soltanto per vincere la inerzia di quello che dee portarsi al condensatore. Il fissare opportunamente la valvula a sdrucciolo ed i pezzi che la fanno muovere per determinare la durata della espansione ed il momento del passaggio al condensatore sono cose di molta importanza nel montare le macchine delle barche a vapore, la mala disposizione di queste parti potendo recare molto danno.

Invece che produrre semplicemente la espansione in un solo cilindro, secondo quanto era stato proposto da Watt, venne talvolta anche per le barche impiegato l' uso di due cilindri, nell' uno dei quali il vapore agisse con la piena sua forza operando invece con la espansione nell' altro, ad oggetto di potere spingere più oltre la espansione senza che per questo la regolarità del movimento venisse ad esserne soverchiamente alterata. La maggiore complicazione tuttavia di queste macchine, i più forti attriti che presentano ed altresì l' ingombro cresciuto di spazio, fanno temere che difficilmente possa questo sistema ottenere la preferenza.

La espansione onde fin qui si è parlato è quella che dicesi *espansione fissa*, perciò che gli effetti di essa sono sempre i medesimi, quali, cioè, vennero stabiliti nel costruire la macchina o nel metterla insieme ed a questa espansione soltanto limitossi fino a pochi anni fa l' applicazione alle macchine per le barche a vapore. Meglio tuttavia riflettendo conobbesi non potere questa espansione procurare nello

stesso tempo alla macchine della barche il massimo effetto utile, ed il massimo dello sforzo necessario sovente in corso della navigazione; era duopo quindi tenersi ad una media a tal fine, e perciò in alcune nuove macchine adottossi saggiamente un altro sistema che si dice *di espansione variabile*, il quale permette di ottenere, come torna meglio, il massimo effetto utile o la massima forza. È cosa pertanto interessante esaminare siffatta quistione della espansione e di quella variabile principalmente, ed in quanto alle generali sue proprietà e per la sua applicazione alle macchine marittime, per le quali sembra presentare particolari vantaggi.

La esperienza dimostrò una data quantità di acqua esigere sempre la stessa quantità totale di calore per ridursi in vapore a qualsiasi pressione, e, secondo Pambour, esige altresì per tal fine la stessa quantità di combustibile. Tuttavia, secondo la legge di Mariotte, un chilogramma di vapore a dieci atmosfere introdotto in un cilindro per $\frac{1}{10}$ della corsa dello stantuffo, e che si espandesse pegli altri $\frac{9}{10}$, produrrebbe al termine della corsa una pressione di un'atmosfera, mentre questa pressione sarebbe stata di 10 atmosfere pel primo decimo, e sarebbe andata gradatamente scemando sino alla fine. D'altra parte un chilogramma di vapore ad una atmosfera introdotto in un cilindro dello stesso diametro e di uguale altezza per tutta la corsa, darebbe costantemente una pressione di un' atmosfera, e tuttavia sarebbe abbisognata la stessa quantità di combustibile per ottenere un chilogramma di vapore in entrambi i casi.

La legge di Mariotte tuttavia non è applicabile in questo caso atteso che converrebbe che la temperatura nel cilindro non variasse durante la corsa, lo che non è altrimenti. Da molte esperienze fatte da Pambour risulta che il vapore agisca nel cilindro come se fosse a contatto col liquido generatore, e che la sua temperatura rimane collegata alla sua pressione, quest' ultima essendo proporzionale al suo volume relativo. Ne segue che il vapore a 10 atmosfere avendo un volume relativo rappresentato da 208, eserciterà la pressione di un' atmosfera allorchè, per effetto della espansione, il volume relativo di esso diverrà 1700. In conseguenza se introducesi del vapore a 10 atmosfere, durante i primi 208 centimetri soltanto in un cilindro che abbia 1700 centimetri di corsa, il lavoro prodotto sarà $208 \times 10^{chil.},33 = 2149$. Se a quel momento interrompesi l'ammissione del vapore questo si espanderà fino al termine della corsa, ove la sua pressione sarà ridotta ad una atmosfera; il suo volume relativo di 208 essendo divenuto 1700, il lavoro sviluppato durante la espansione sarà di 4070 circa. Quindi l'effetto totale $= 2149 + 4070 = 6219$.

Ma se invece di un chilogramma di vapore a 10 atmosfere si fosse introdotto un chilogramma di vapore ad un'atmosfera soltanto, l'ammissione sarebbesi fatta durante tutta la corsa ed il lavoro totale sarebbe stato di $1700 \times 1^{chil.},03 = 1751$. Gli effetti prodotti starebbero dunque nella relazione di 1651 a 6219, cioè di 1 a 3,55.

Se non si fosse approfittato della espansione la quantità di vapore introdotta a 10 atmosfere sarebbe stata di $8^{chil.},17$, ma l'azione prodotta sarebbe riuscita dieci volte maggiore di quella prodotta da un chilogramma ad un' atmosfera; quindi la proporzione di 1 a 3,55 sarebbe divenuta 1 a 1,22.

È inoltre da osservarsi che queste relazioni diverranno tanto più vantaggiose quanto più elevata sarà la tensione, sia che facciasi uso o no della espansione.

Sostituendo adunque alla legge di Ma-

riotte la legge che dee reggere veramente il vapore che agisce nei cilindri, il vantaggio che risulta dalla espansione e dalle assai alte pressioni è così grande che sembrerebbe doversi questa adottare generalmente; ma la teorica che abbiamo esposta suppone che basti la stessa quantità di combustibile per vaporizzare un certo peso di acqua a qualsiasi pressione, lo che non è altrimenti. È vero bensì che una stessa quantità di calore basta per vaporizzare un dato peso di acqua ad una pressione qualunque; ma nella pratica s'incontrano molte difficoltà o per fare assorbire questo calore o per conservarlo, e queste difficoltà aumentano a misura che sono più alte le pressioni e le temperature. Tutti sanno, che quanto più grosse sono le lamine di metallo tanto più difficilmente si lasciano attraversare dal calore, e che, a circostanze uguali, devono essere tanto più grosse quanto più forte è la tensione cui devono contenere il vapore. Inoltre le perdite per radiazione sono tanto maggiori quanto più alta è la temperatura; finalmente questa temperatura stessa opponesi all'assorbimento del calore in proporzione alla sua elevatezza. Tanto sono possenti queste cause per opporsi alla trasmissione ed alla conservazione del calore che in alcune esperienze fatte da Dulong e da Arago non si potè portare la pressione oltre le 24 atmosfere; a quel punto tutto il calore prodotto dal focolare bastava appena a compensare la perdita del calorico e a mantenere la pressione del vapore. Tuttavia sarebbesi potuta raggiugnere una maggiore pressione senza le molte dispersioni di vapore che succedevano.

Altri inconvenienti ancora inerenti al sistema a pressione molto elevata si potrebbero citare, come la difficoltà di costruire caldaie di forma conveniente al servigio sul mare, e tuttavia resistenti abbastanza; le dispersioni delle giunture difficili ad impedirsi, ed altro; ma queste difficoltà meccaniche forse in seguito si potranno superare.

La quistione può adunque riassumersi dicendo che quanto più alta sarà la pressione del vapore tanto più grande sarà l'effetto prodotto, fino ad un certo punto in cui i vantaggi dell'alta pressione e della espansione sono compensati dalle perdite che risultano dalla radiazione ed altro, pel che sarebbe svantaggioso l'oltrepassare questo limite. Avvi adunque fra le basse pressioni e le più alte un termine medio che dee essere il più vantaggioso, e dee dipendere dalla forma delle caldaie e dai mezzi adoperati per impedire la radiazione. Questa pressione la più vantaggiosa non potrebbe determinarsi a dovere che con accurate esperienze di confronto; ma sembra potersi supporre che debba essere compresa fra 4 e 5 atmosfere. Con le caldaie comuni, si potrebbe tuttavia limitarsi a portare la pressione solo a due e mezzo od a tre atmosfere. A $2^{chil.}$,50 di pressione al centimetro quadrato la relazione fra l'effetto prodotto dall'uso dalla espansione all'uso del vapore a piena tensione sta come 238 a 156. Siccome la temperatura non è in tal caso che di 127°, così le perdite cagionate per l'aumento di radiazione od altro non possono paragonarsi al vantaggio ottenuto. Questa proporzione di 238 a 156 è quella che si ottiene nelle barche a vapore di $2^{chil.}$,50 a $1^{chil.}$,31 di pressione, le quali espandansi tutte due fino ad un chilogramma, come nelle macchine di Maudslay. Si è costretti di limitare questa espansione ad un chilogramma nelle macchine ad espansione fissa per non fare il cilindro di grandezza esagerata, ma può spignersi assai più oltre, come vedremo, con la espansione variabile.

In massima generale di fatto la espan-

sione produce il massimo effetto utile quando è spinta oltre quanto è possibile, quando, cioè, alla fine della sua azione il vapore fa presso a poco equilibrio alla resistenza prodotta dagli sfregamenti e dalla imperfezione del vuoto nel condensatore. Allorchè adunque una macchina è destinata a produrre sempre lo sforzo medesimo, torna utile farla agire sempre con quella espansione che le è più favorevole; ma le macchine per le barche non sono in tal caso; le resistenze da superarsi variano moltissimo e domandano per conseguenza sforzi proporzionati. Nelle macchine ad espansione fissa quando la barca prova una maggior resistenza il moto rallentasi, non si può consumare tutto il vapore che possono dare la caldaie, a quindi non si utilizza tutta la potenza delle macchine. Adottando invece la espansione variabile, potendosi introdurre il vapore per un maggior tratto della corsa a misura che il moto della macchina tende a rallentarsi, na risulta cha consumandosi una maggiore quantità di vapore ad ogni colpo dello stantuffo, si produrrà su quello uno sforzo maggiore, e con ciò si accelererà il movimento; in tal guisa si potrà giugnere a consumare la totalità del vapore prodotto fino a che la resistenza superi certi limiti, a si continuerà ad impiegare la forza reale della macchina.

È bensì vero che l' effetto utile assoluto diminuirà a misura che si prolungherà la durata dell' ammissione del vapore; ma ove riflettasi essere appunto nelle circostanze di tempi cattivi e contrari che urge più spesso di utilizzare tutta la forza del motore, si comprenderà quali preziosi vantaggi aggiunga a quelli suesposti l' applicazione della espansione variabile alle macchine per le barche.

Un grande inconveniente che presentasi nullameno nell' uso delle alte pressioni e delle espansioni variabili, risulta dalla necessità di dare maggiori dimensioni alle parti della macchina di quello che con l' uso della bassa pressione e di leggere espansioni. Supponiamo, a cagione d' esempio, che s' introduca in un dato cilindro una certa quantità di vapore a tre atmosfere, e che, per effetto della espansione, si giunga a produrre un effetto totale uguale a quello che risulterebbe dall' introdurre in questo cilindro e per tutta la corsa, del vapore ad una atmosfera; converrà che la parti della macchina sieno tre volte più robuste nel primo caso che nel secondo. Questo inconveniente è assai grande nelle macchine per le navi, le quali devono in conseguenza stabilirsi per modo da presentare una combinazione particolare che sarà la più vantaggiosa, e che ora esporremo.

Prendasi ad esempio del metodo da seguirsi una macchina di 160 cavalli, il cui cilindro abbia $1^{m},36$ di corsa, secondo la distribuzione di Maudslay che è la più vantaggiosa. Si condurrebbe il vapore alla pressione totale di $4^{chil.},10$ al centimetro quadrato, invece cha di $1^{chil.},31$. Il vapore non introdurrebbesi che per $\frac{1}{6}$ della corsa, a si espanderebbe di $\frac{9}{12}$. Sarebbe allora condensato durante l' ultimo dodicesimo e all' atto della condensazione avrebbe la pressione di $0^{chil.},65$.

Calcolando dietro i principii stabiliti qui sopra risulta che la forza della macchina sarebbe di circa 250 cavalli invece che di 160; ma la solidità delle sue parti dovrebbe aumentarsi nella proporzione di 410 a 131. Ora è da considerarsi che il volume relativo del vapore alla pressione di $1^{chil.},31$ introdotto durante 952 millimetri della corsa essendo 1365, e il volume relativo del vapore a $4^{chil.},10$ essendo 479, perchè vi avesse uguale consumo di vapore converrebbe che si introducesse durante 334 millimetri della corsa; e siccome non entra invece che per

227 millimetri ($\frac{1}{6}$), così si avrà una economia di $\frac{107}{334}$ o circa $\frac{1}{3}$, che si ridurrà ad un quarto per compensare le perdite cagionate dall' aumento dalla radiazione, la maggior difficoltà d' assorbimento del calorico, le dispersioni, e simili. Le caldaie occuperebbero adunque uno spazio minore, e peserebbero circa 25 tonnellate di meno, compresavi l' acqua, che quelle di 160 cavalli comuni. Si può adunque ammettere che con una macchina senza leva in bilico, l' apparato totale di 250 cavalli riuscirebbe di meno ingombro e peserebbe meno di quello attuale di 160.

Questa forza di 250 cavalli sarebbe quella realmente sviluppata dalla macchina camminando con $\frac{9}{12}$ di espansione, nelle circostanze più favorevoli di tempo e d' immersione della barca. A misura che aumentasse la resistenza diminuirebbesi la espansione in guisa da consumare sempre il vapore prodotto dalle caldaie, conservandu in tal guisa alla macchina tutta la forza possibile, fino a che la resistenza divenisse tanto forte che il consumo totale del vapore più non bastasse, essendo ridotta la espansione fino ai limiti, per esempio, di $\frac{2}{12}$. In tal caso quindi avrebbesi $\frac{9}{12}$ di ammissione, $\frac{2}{12}$ di espansiune, e sempre la stessa precessione di $\frac{1}{12}$.

Venne fissato a $\frac{2}{12}$ il limite della riduzione della espansione adottando una media fra la distribuzione che risulta dalle esperienze di Maudslay e quella adottata da alcuni altri ingegneri e fabbricatori. Tuttavia, quantunque risulti da queste esperienze aversi lo stesso effetto con $\frac{2}{10}$ di espansione e $\frac{1}{10}$ di precessione alla condensazione come introducendo il vapore per nove decimi, e limitando la precessione a $\frac{25}{1000}$, nulla prova che questo risultamento non dipenda principalmente dalla pressione di $\frac{1}{10}$ portando l' ammissione del vapore fino agli $\frac{8}{10}$ a forse ancora

agli $\frac{85}{100}$. Questa distribuziona può essere facilmenta ottenuta nelle macchine ad espansione variabile mediante un semplice meccanismo, lo che non poteva essero per le macchine ad espansione fissa, le quali dovevano presentare una distribuziona media fra il massimo sforzo ed il massimo effetto utile, essendo essa invariabile; aumentandu la durata dell' ammissione, e conservando la stessa precessione sarebbe entratu il vapore prima del tempo, lo che deesi evitare.

Riassumendo quanto si è detto risulta che aduttando le macchine ad espansione variabile si otterrebbe con $\frac{1}{4}$ di economia sul vapore una macchina di 250 cavalli invece che una di 160, senza aumento di peso e con ingombro minore. Non vi sarebbe quindi difficoltà di aggiugnere un secondo sistema di caldaia la quale, oltre al poter servire di ricambio al bisogno, permetterebbe ancora di accrescere considerabilmente la forza delle mecchina quando la resistenza da superarsi divenisse più considerevole; ma perchè producesse tutto il suo effettu converrebbe che si potesse aumentare il diametro delle ruote, cosa molto difficile se non impossibile nello stato attuale. Parimenti nelle navi ad elice converrebbe fino ed un certo punto aumentare la superficie di questa.

Nei calcoli precedenti non tennesi conto della differenza di pressione del vapore nelle caldaie e nel cilindro, perciò che mancano i dati per le alte pressioni; si può tuttavia ragionare per induzione. In pratica si ammette che con la ordinaria velocità il vapore, alle pressione totale di $1^{chil.}$,31 nella caldaia, si trovi ridotto ad $1^{chil.}$,19 nel cilindro. Supponendo la stessa diminuzione di 12 pel vapore ed alta pressione, la relazione dell' effetto prodotto dal vapore a $1^{chil.}$,31 con $\frac{7}{10}$ di ammissione a quello del vapore a $4^{chil.}$,10

con $\frac{1}{6}$ di ammissione, invece di 156 a 240 che abbiamo ammesso fin qui, diverrà 153 a 240. Così, ammettendo anche una diminuzione di più che 12 nel vapore a $4^{chil.}$,19, la relazione sarebbe ancora in favore dell' alta pressione.

Un altro mezzo si ha per aumentare la forza di una macchina qualunque, e basta a tal fine crescere la tensione del vapore. Questo mezzo non deesi per altro impiegare che nel caso dei venti contrari, imperciocchè crescendo la tensione si aumenta lo sforzo prodotto sulle parti delle macchine; queste parti essendo però calcolate in guisa da resistere a scosse violenti possono sostenere un maggior effetto quando lottasi contro il vento, mentre in allora la macchina cammina sempre regolarmente.

Essendo principalmente per le barche a lunghi viaggi che la espansione variabile può tornar vantaggiosa, considereremo gli effetti che se ne avrebbero sui vascelli per la navigazione transatlantica. Le macchine di esse cui trattasi di applicare la espansione variabile agirebbero con la pressione di $1^{chil.}$,31 la corsa del loro stantuffo essendo di 2^{m},28. Le valvule a sdrucciolo per la distribuzione sono disposte in guisa da permettere la introduzione del vapore per $\frac{9}{10}$ della corsa. Col mezzo della espansione variabile potrà disporsi la distribuzione in guisa da conservare presso a poco questa ammissione, dando in pari tempo $\frac{1}{12}$ od $\frac{1}{6}$ di precessione alla condensaziune senza alcuna precessione alla introduzione del vapore. Si verificherebbe in tal guisa se si avesse così il maggior effetto possibile. Ammettendo con Watt, che la resistenza da vincersi fosse uguale a $10^{libb.}$,15 al pollice quadrato, cioè $0^{chil.}$,70 al centimetro quadrato, non si potrebbe espandere il vapore che durante 65 a 70 centimetri della corsa; ma nello stato attuale della fabbricazione, e massime quando si tratta di grandi macchine, questa resistenza può ridursi a 0,55 oppure 0,50 il che permetterà di intercettare il vapore per una metà della corsa. La forza della macchina che con la ammissione pei $\frac{1}{4}$ è di 471 cavalli, non sarà più che di 395 cavalli, supponendo che la velocità rimanga la stessa. La relazione fra le due forze sarà adunque 1 a 0,84 ed il consumo del vapore 1 a 0,66; quindi si avrà un guadagno di forza di circa 42 cavalli.

Componendosi le caldaie di quattro corpi separati potrebbesi sopprimere in alcuna il fuoco, poichè consumandosi un terzo meno di vapore quando si camminerà con la massima espansione, si potrà in alcuni casi adoperare due caldaie soltanto sforzando i fuochi e chiudendo un poco i registri, per agire così con minore pressione nel cilindro. Se le caldaie non fossero separate, e si dovesse continuare a mantenere gli stessi fuochi o per lo meno a riscaldare la stessa massa di acqua, la economia sarebbe molto minore. Le caldaie separate sono quindi una necessaria condizione per rendere più vantaggioso il sistema di una espansione variabile.

È da notarsi che quando chiudonsi i registri del vapore, anche nelle macchine ad espansione fissa o senza espansione si produce una specie di espansione continua, che è lungi bensì dall' essere efficace quanto la espansione variabile di cui parliamo, imperocchè si condensa il vapore alla sua tensione media, ma che tuttavia merita che vi si abbia riguardo. Può ammettersi che tenendo conto di questa specie di espansione propria di tutte le macchine, ed avendo riguardo agli attriti che risultano dallo stabilimento del meccanismo particolare della espansione variabile, i 42 cavalli di economia presentati dalla macchina di cui si tratta potranno ridursi a 25 oppure 30 cavalli.

Da quanto precede risulta che l' applicazione della espansiune variabile alle macchine a bassa pressione permette di mantenere tutta la potenza possibile contro una resistenza crescente, partendo dalla mezza corsa, mentre invece con una pressione di $4^{chil.},10$ questa potenza può essere conservata partendo da $\frac{1}{6}$.

È duopo convenire che il vantaggio più certo è quello di poter mantenere tanto più a lungo la potenza conveniente della macchina contro una resistenza da vincersi quanto più grande è la espansione e più alta per conseguenza la pressione. Riducendo ad $\frac{1}{4}$ invece che ad $\frac{1}{7}$ la economia del vapore, per compensare la perdita produtta dalla radiazione ed altro, credismo bensì essersi approssimati al vero, ma non si ha di ciò piena certezza e lo stesso dee dirsi della differenza di pressione nella caldaia e nel cilindro.

Questi ragionamenti vengonu a dimostraziune di quanto si disse all' articolu BARCA del Supplemento (T. II, pag. 211), ciuè, le migliori macchine a vapore per le barche essere quelle a pressione media e ad espansione variabile.

A queste generali avvertenze sulla scelta delle macchine in generale faremo tenere dietru alcune considerazioni sulle varie parti delle macchine stesse che ricevonu speciali modificazioni per questo uso al quale sono destinate.

La prima fra le parti cui è duopo dare particolari disposiziuni trovasi la caldaia, attesa la ristrettezza dello spazio in cui dee essere contenuta, ed in molti casi altresì la leggerezza che importa di conservarla compatibilmente con la solidità. La vicinanza necessaria in molti punti del legname, del combustibile e di altre sostanze facilmente accendibili rende pur necessarie precauzioni speciali per evitare ogni lontano pericolo d' incendio, le cui conseguenze, massime nei viaggi di mare, riescono spaventose. Di raru perciò o quasi mai adottansi caldaie a fornello esterno, quali sonu quelle più generalmente adoperate per le macchine stabili, nelle barche ove non potrebbesi isolare il fuoco senza forti difficoltà o con ampii intervalli, che aumenterebbero l' ingombro, u con grosse pareti che accrescerebbero questo tuttu insieme ed il peso. Se ne fece tuttavia alcune con fucolari di ghisa o di mattoni, ma pur troppo si ebbero esempii non essere state sufficienti le più minuziuse cautele contro la propagazione del fuoco. Evitavansi, per esempio, i paramezzali di legnu; ma le sprangbe di ferro che mettevansi in sostituzione non legavano bene ngualmente, sicchè poteva risultarne una alterazione nella forma della barca, ed un aumento nella immersione di essa. Questo iuconveniente non dee però far abbandonare decisamente l' usu dei fucolari esterni, massime nelle barche di ferro, se altre ragioni conducessero a scegliere una forma di caldaia che presentasse reali vantaggi. Le forme più naturali che presentansi nella ipotesi dei focolari esterni sonu quelle delle caldaie in uso per le macchine stabili. Quindi in molte barche si adoperarono con buon esito caldaie cilindriche a due u tre bollitori. Fra quelle di tal forma citeremu a preferenza le caldaie impiegate da Dietz sulle barche che navigano l' Oise e su quella chiamata la Piccardia. In esse vi hanno nove bollitori, del diametru di $0^{m},30$, lunghi 6 metri, posti in cumunicazione con tre caldaie di ugual lunghezza e del diametro di $0^{m},90$ e riscaldati direttamente da una grata lunga 2 metri e larga 2. Dopo avere percorsa la lunghezza dei bolliturì la fiamma torna sul dinanzi fra i bollitori e le caldaie, e sfugge pel cammino posto alla testa delle caldaie, quella di mezzo essendo per tal fine un metro più corta delle due laterali. La separaziona dei ca-

nali del fumo si compiono con mattoni posti in coltello, e di tal modo sono fatte pure le pareti del focolare, essendo chiuso il tutto in un inviluppo di lamierino. Stanno a vantaggio di questo sistema la facilità di nettare le caldaie ed i bollitori guerniti di otturatori ad ogni testata, e la forte dimensione della grata che permette di bruciarvi ogni sorta di carbone. Gli inconvenienti, oltre a quello del maggior pericolo d' incendio, sono il peso del fornello e la grande quantità di acqua contenuta nei bollitori e nelle caldaie che lo aumenta ancor più. Finalmente la superficie di riscaldamento non è abbastanza grande in proporzione alla forza della macchina per utilizzare abbastanza il calore del focolare. Per riparare a questo ultimo difetto Dietz dispose bollitori trasversali in cui viene a riscaldarsi l' acqua di alimentazione prima di entrare nella caldaia. Fra tutte le caldaie a fornelli esterni queste sono le migliori e vennero adoperate con buon esito da Pauwels sulla sua barca il *Corsaro Rosso* che naviga da Rouen alla Bouille. La semplicità del modo di nettarle ne permetterebbe l' uso per la navigazione sul mare. In generale tuttavia non si adoperano queste caldaie se non che per le macchine ad alta pressione, per resistere alla quale hanno la forma più opportuna.

Generalmente parlando le caldaie più in uso per le macchine sulle barche sono quelle a focolare interno, le cui forme variano infinitamente, cosicchè quasi ogni Barca ha una caldaia di forma alquanto diversa. Più comunemente però, massime per le barche sul mare, adoperansi caldaie di forma parallelogrammica o pressochè tale, con molti canali pel fumo che vi circolano internamente, siccome quelle che hanno il vantaggio di presentare molta superficie alla fiamme ed al fumo, e di contenera poca acqua, riuscendo in tal guisa meno pesanti. Descrivemmo una caldaia di tale forma nell' articolo BARCA di questo Supplemento (T. II, pag. 214) e ne diemmo altresì la figura nella TAV. VII delle *Arti meccaniche*. Siffatte caldaie, che sono le più antiche e più generalmente adoperate, consistono in uno o più corpi, indipendenti tutti gli uni dagli altri e riscaldati da uno o più focolari speciali, i cui condotti riunisconsi ad una certa distanza per isboccare in un cammino comune a tutti i corpi onde il generatore componesi. Secondo le loro dimensioni compongonsi questi corpi di uno o due scompartimenti che comunicano insieme. Non avendovi altra superficie di riscaldamento tranne quella dei condotti del fumo dai focolari fino al camino, si dà alla somma di questi condotti la maggior sezione possibile. A tal fine lasciasi fra tutte le pareti paralelle una grossezza di acqua di circa un decimetro, tanto al disotto come lateralmente, ed una di due decimetri fra il livello superiore dell' acqua, e le parti superiori dei canali pel fumo, i quali si fanno girare nella caldaia per guisa che vengano ad occupare tutto lo spazio che loro è destinato.

Il numero dei focolari in ciascun corpo di caldaia si regola come segue. Data la sezione conveniente dei canali per lo scorrimento dei gas bruciati provenienti dalla combustione di un dato peso di carbon fossile all'ora, dividesi questa sezione in tante altre quante può contenerne che abbiano per altezza l' altezza dell' acqua nella caldaia, meno 30 centimetri, e per larghezza $0^m,4$, tanto, cioè, che un uomo possa girarvi per visitarli e nettarli. Quante sono queste sezioni altrettanti focolari distinti occorrono per alimentarle. In tal guisa si ottiene la massima superficie possibile di riscaldamento, si possono far girare separatamente tutti i condotti di uno stesso corpo dal focolare fino al camino

oppure riunirli in uno solo od in due a una certa distanza dai focolari, secondo la disposizione dei condotti ed il luogo di cui si può disporre. In generale giova riunirli in un solo prima che comunichino col camino, non avendo in tal guisa che un solo registro a maneggiarsi per ciascun corpo di caldaia.

Nella maggior parte delle caldaie sul mare risulta un inconveniente molto grave dall' uso che si ha di fare i fornelli poco larghi e molto lunghi, la quale cattiva disposizione rende molto difficile la manutenzione del fuoco, e talvolta ancora impossibile col cattivo tempo. Vale assai meglio dare ai fornelli una moderata lunghezza che permette di regolare facilmente il fuoco. Inoltre quando i fornelli sono molto profondi avviene in generale che una notevole quantità di aria attraversa la grata alla estremità senza incontrare combustibile incandescente, donde ne viene un raffreddamento che nuoce sensibilmente alla produzione del vapore. Deesi inoltre inclinare la grata molto più che nei focolari comuni in guisa che il carbone sia sempre spinto verso il fondo, e i movimenti della nave non lo facciano risalire lasciando scoperte le cime delle spranghe.

Quantunque in queste caldaie a pareti piane la pressione del vapore non debba innalzarsi a più che un atmosfera e $\frac{1}{4}$, pure, siccome anche questa potrebbe alterare la forma delle pareti, specialmente poi se per qualsiasi accidente venisse oltrepassata, così si ha la precauzione di legare insieme a due a due le facce paralelle con chiavarde ad impostature e ribadite da ambe le parti, così da non permettere che queste pareti si allontanino o si riavvicinino. Malgrado questa precauzione è prudente non esporre queste caldaie che alla pressione di un' atmosfera e $\frac{1}{4}$, e non mai ad una maggiore di una atmosfera e $\frac{1}{2}$.

Quantunque sia impossibile il dare una idea della infinita varietà di forme che dar si possono alle caldaie a vapore di tal fatta per le barche, tuttavia, a fine di porgerne qualche altro esempio oltre quello datosi nell' articolo Barca sopraccitato, diamo nella Tav. CI delle *Arti meccaniche* il disegno della caldaia paralellogramica adottata da Maudslay e Field sulle barche a vapore il Tamigi e il Medway costruite per la reale società dei piroscafi a vapore. Il Julien, nella sua opera, donde le togliamo, dice, avere queste caldaie perfettamente riuscito, essere certamente le migliori per le barche sul mare stabilitesi finora con questo sistema, nè conoscere altro esempio di caldaie di simil fatta da potersi copiare con maggior sicurezza dell' esito.

La fig. 1 mostra una sezione all' altezza dei fornelli sulla linea G H delle figure 4 e 5; la fig. 2 presenta una sezione orizzontale presa sui canali del fumo dietro la linea I I' delle fig. 3, 4 e 5; la fig. 3 è una sezione longitudinale sulla linea E F delle altre 3 e 4; la fig. 4 è una sezione sulla linea A B della fig. 1; finalmente la fig. 5 una sezione sulla linea C D delle fig. 1 e 2. A' sono i fornelli; D' i canali del fumo; *b* è il condotto donde ha origine il fumo per andar a circolare nei canali dietro la direzione della doppia freccia in E' (fig. 2); *a* in questa stessa figura indica la posizione del camino. Le linee curve e punteggiate che trovansi alle estremità superiori delle due sezioni verticali (fig. 4 e 5) rappresentano la direzione che segue la corrente ascendente del fumo. A misura che il canale avvicinasi al camino aumenta di altezza, e si ristringe. In vero, non occorre mantenere per la corrente del fumo una sezione di area uguale, attesochè questo fumo diminuisce continuamente di volume comunicando all' acqua il proprio calore.

Per altra parte l'altezza di questo canale può aumentarsi in maniera da lasciare al di sopra uno strato meno grosso di acqua, attesochè il fumo essendo raffreddato le trasmette meno calore. I rialzi al fondo del focolare, invece di essere, come al solito, piccoli muri di pietra refrattarie disposti alla fine della grata, sono formati da un rigonfiamento della caldaia stessa riempito di acqua. Vedesi la sezione di uno di questi rialzi nella fig. 3 e nella fig. 4; in B, si osserva come sieno inclinati al di sopra. È facile comprendere il motivo di questa inclinazione, imperciocchè l'acqua che trovasi a contatto di questa superficie superiore contro cui batte la fiamma tende ad innalzarsi ed a ridursi più presto in vapore, e l'ascesa tanto dell'acqua che di questo vapore si fa più facilmente lungo la superficie inclinata, di quello che se fossero obbligati di sfuggire a destra od a sinistra lungo una superficie orizzontale. Le figure sono sulla scala di $\frac{1}{12}$ del vero. Ciascuna delle due navi, il Tamigi e il Mewday hanno quattro caldaie, ed i fornelli sono disposti alle due cime, potendosi così dar loro una conveniente lunghezza.

L'uso generale delle caldaie di forma paralellugrammica, massime nelle barche sul mare, e la specialità di questa forma per la navigazione, ne induce a dare qui, piuttosto che all'articolo Vapore, le indicazioni sulle proporzioni che meglio loro si convengono, dietro quanto insegna la pratica.

Il quadro seguente, preso in parte dall'opera di Campaignac sulla navigazione a vapore, dà le principali proporzioni di parecchie caldaie a pareti piane adoperate nella marina francese.

NOMI delle navi	Forza in cavalli	Numero degli scompartimenti	Numero dei corpi	Numero dei focolari	Superficie della grata in metri quadrati	Superficie di riscaldamento in metri quadrati	Sezioni totali dei canali in metri quadrati	Sezioni dei camini in metri quadrati	Altezze totali dei camini in metri	Volumi totali delle caldaie in metri cubici	Volumi dell'acqua contenuta nelle caldaie in metri cubici	Volumi del vapore contenuto nelle caldaie in metri cubici	Volumi dei focolari e canali in metri cubici
S. Pierre . .	12	2	2	2	1,01	20,32	0,52	0,17	6,60	8,91	2,54	2,14	4,24
Liamone . .	50	2	2	2	2,70	63,17	8,80	0,30	11,28	30,66	7,53	11,49	11,65
» . .	60	»	»	»	»	»	»	0,37	11,36	»	»	»	»
Rapide . .	80	1	1	4	5,20	96,80	0,55	0,48	15,16	45,51	15,18	10,11	20,22
African . .	90	2	2	4	5,32	96,28	1,14	0,58	»	51,15	19,82	12,17	19,16
Heva . .	100	»	»	2	8,00	83,00	0,80	0,60	»	»	»	»	»
Rollon . .	120	»	»	4	6,40	100,00	1,05	0,88	»	»	»	»	»
Madagascar .	120	»	»	6	8,16	110,00	1,26	0,95	»	»	»	»	»
Castor . .	120	2	2	4	6,48	152,83	1,38	0,89	14,96	75,29	30,12	12,08	33,10
Leonidas .	160	3	1	6	8,40	182,96	2,46	0,93	15,04	94,39	29,32	25,84	39,31
Eurotas . .	160	2	2	6	7,49	147,96	1,48	0,86	13,88	84,25	32,87	15,92	34.46
Sphinx . .	160	2	1	6	9,78	194,13	1,40	1,16	17,49	106,66	33,21	28,16	45,28
Tenare . .	180	2	2	6	8,81	169,23	1,92	0,89	13,95	97,56	38,65	18,72	40,19
Medea . .	220	2	2	6	10,41	233,10	2,88	1,09	14,75	131,70	51,00	24,77	55.93
Veloce . .	220	4	1	8	14,30	240,58	2,16	1,47	»	128,14	35,67	37,50	54,97
Cabrador .	450	8	4	16	22,00	419,44	5,92	3,14	13,90	247,05	81,00	77,84	85,64

Deducendo da questo quadro le proporzioni medie per ogni cavallo di forza, si hanno i risultamenti che seguono per le caldaie a pareti piane e canali interni sulle barche.

NOMI DELLE PARTI DELLE CALDAIE	DIMENSIONI DELLA MACCHINA		
	Piccole	Mezzane	Grandi
Superficie delle grate in metri quadrati.	0,085	0,065	0,045
Superficie di riscaldamento *id.*	1,700	1,300	0,900
Sezione totale dei canali *id.*	0,440	0,300	0,130
Sezione del camino *id.*	0,150	0,110	0,007
Volumi delle caldaie in metri cubici.	0,250	0,630	0,550
Volumi dell' acqua *id.*	0,220	0,190	0,160
Volumi del vapore *id.*	0,180	0,150	0,120
Volumi dei focolari e canali *id.*	0,350	0,310	0,270

Da questo quadro risulta:

1.° Chiamando 1 la superficie di riscaldamento si avrà, a termine medio:

Superficie di riscaldamento	1,000
Superficie della grata	0,050
Sezione dei canali	0,025
Sezione del camino	0,009

2.° Chiamando 1 il volume totale della caldaia, si avrà, a termine medio:

Volume della caldaia	1,000
Volume occupato dall' acqua	0,300
Volume occupato dal vapore	0,250
Volume occupato dai focolari e canali	0,450.

1.° Per quanto riguarda la superficie di riscaldamento aggiugneremo che, quantunque i dati dei quadri suesposti facciano variare questa superficie fra $0^{m.q.},93$ e $1^{m.q.},70$ per ogni cavallo, sembra conveniente adottare per limiti, qualunque ne sieno le forze, i due numeri $1^{m.q.},00$ ed $1^{m.q.},50$, il primo pei grandi apparati, affinchè se un corpo di caldaia, per qualsiasi accidente non può agire, vi si possa supplire con gli altri; il secondo pei piccoli apparati, imperocchè una superficie di riscaldamento troppo estesa aumenta il peso delle caldaie, e scema la corrente del camino. Dalle grandi superficie delle grate si vede questa corrente non essere grandissima, quindi conviene evitare tutto ciò che può concorrere a diminuirla ancor più. Ammettendo in vero che si abbrucino 5 chilogrammi di carbon fossile all' ora per ciascun cavallo, si vede che 1 u decimetri quadrati di superficie della grata corrispondono solo a 7 od 8 chilogrammi di carbon fossile bruciato, mentre questa superficie dovrebbe corrispondere a 12 chilogrammi pel carbone di media qualità ed a 15 chilogrammi per quello eccellente.

2.° Per quanto riguarda i volumi crediamo potersi adottare senza inconvenienti i limiti $0^{m.c.},75$ e $0^{m.c.},55$ per forza di cavallo. Dietro a ciò nel quadro seguente trovansi determinate le proporzioni delle caldaie di cui parliamo pei varii casi che possono presentarsi.

FORZA IN CAVALLI della macchina	SUPERFICIE di riscaldamento per ogni cavallo in metri quadrati	VOLUMI TOTALI delle caldaie per ogni cavallo in metri cubici
12	1,50	0,72
18	1,47	0,71
24	1,44	0,70
32	1,41	0,69
40	1,38	0,68
50	1,35	0,67
60	1,32	0,66
70	1,29	0,65
80	1,26	0,64
100	1,23	0,63
120	1,20	0,62
150	1,17	0,61
200	1,14	0,60
250	1,11	0,59
300	1,08	0,58
350	1,05	0,57
400	1,02	0,56
500	0,99	0,55
600	0,96	0,54
700	0,93	0,53
800	0,90	0,52
900	0,87	0,51
1000	0,84	0,50

La difficoltà dello snettamento e il pericolo che si alterasse la forma di queste caldaie, non che la quantità molto maggiore di metallo che occorre alla loro costruzione, indussero a limitarne l' uso alle barche sul mare, cercandone altra più conveniente per quelle sui canali o sui fiumi. Sostituironsi dapprima caldaie cilindriche con focolare interno eccentrico, come già si è veduto nell' articolo BARCA praticarsi dagli Americani. Diedesi pure talvolta a queste caldaie la forma di un ferro da cavallo; adattavasi a ciascun capo un focolare in un tubo interno fuori di centro, in guisa da lasciare un intervallo di uno o più decimetri dal fondo, secondo la dimensione delle caldaie, ed un intervallo poi almeno triplo al di sopra, a fine di

avere sempre uno strato di acqua sui focolari ed un sufficiente serbatoio di vapore. Alcuni costruttori vollero diminuire la quantità di acqua contenuta in queste caldaie aumentando in pari tempo le superficie riscaldate, e per tal fine diedero alla sezione del focolare interno la forma di un triangolo formato di tre curve, col che meglio seguive le forme laterali ed inferiori delle caldaie; ma in tal caso le caldaie esigevano un gran numero di chiavarde pel loro legame, malgrado, le quali erano soggette a dispersioni. Le caldaie cilindriche a focolare interno ed eccentrico non tornano utili che al patto che la fiamma ritorni indietro in una seconda caldaia accoppiata alla prima; solitamente questa caldaia addizionale trovasi posta fra due altre con focolari, la fiamma dei quali si utilizza nel retrocedere che fa per andare al camino. Siffatta aggiunta aumenta l'effetto utile del carbone impiegato, ma sopraccarica la barca di lamierino e di acqua. Per evitare questo inconveniente Burat impiegò questo sistema con un bollitore interno posto al disopra della grata, così che la sua superficie convessa trovavasi riscaldata interamente, in pari tempo che la superficie concava del fornello interno; da questa disposizione risultavano tre anelli eccentrici posti internamente, come nelle caldaie adoperate per le macchine stabili di Cornovaglia. Il bollitore è sostenuto da tubulature verticali disposte sulla circonferenza del focolare; è cosa essenziale di alimentare il bollitore direttamente affinchè non riempiasi di vapore a segno da vuotarsi d'acqua.

Perret adoperò sul Rodano grandi caldaie cilindriche con cinque tubi, del diametro interno di $0^m,35$, e ciascuno con un focolare. Questo sistema non è molto conveniente occorrendo grandi lunghezze per ispogliare abbastanza il fumo del suo calorico, ed allora se avvi qualche ineguaglianza nella intensità della combustione dei focolari, lo che è inevitabile, massime quando accendesi il fuoco, ne risultano dilatazioni ineguali, ed in conseguenza stiramenti che producono molte dispersioni. Non si potrebbe insistere abbastanza sulla necessità di evitare le cause di queste dispersioni, atteso che la perdita di acqua e di calore che ne risulta è il minimo inconveniente; il danno più grave consistendo nelle alternative di umidità e secchezza cui espongono i paramezzali che sono con ciò più soggetti alla putrefazione.

Ad effetto di combinare con la leggerezza e col poco ingombro una grande superficie di riscaldamento, circostanze di grande importanza, specialmente per la navigazione fluviale, si ricorse allo spediente di formare le caldaie con parecchi tubi, nel qual modo si ottenne anche non ispregevole risparmio di combustibile. Di due classi però sono le caldaie foggiate su tale principio, secondo che, cioè, l'acqua da riscaldarsi è posta nell'interno o all'esterno dei tubi.

Alla prima classe appartengono le caldaie proposte già fino dal 1803 dal francese Dallery, ma dette comunemente di Spiller, composte di un doppio invoglio riscaldato da un focolare interno, nel quale disponesi al disopra del focolare un fascio di tubi inclinati che contengono l'acqua e ricevono direttamente l'azione del fuoco. A primo aspetto questa disposizione sembra soddisfare a tutte le condizioni, imperciocchè siffatte caldaie contengono poca acqua e può grandemente aumentarsi la superficie di riscaldamento in proporzione al loro volume. Lo scopo della inclinazione dei tubi è quello di agevolare la uscita al vapore prodotto, il quale, se il tubo fosse orizzontale, scaccerebbe l'acqua dalla parte superiore o lo vuoterebbe nello svolgersi. La esperienza tuttavia dimostrò che queste caldaie non erano

buone nell' uso, attesochè, non avendo le barche in generale che due metri di cavo, non resta che uno spazio verticale ristretto disponibile per le caldaie. Il ceneraio ed il focolare occupano $0^m,70$ a $0^m,80$, sicchè non rimane che $2^m,30$ per l' apparato, supponendo eziandio che la caldaia risalti di un metro al di sopra del ponte. In questo spazio devono disporsi i fascii di tubi, il serbatoio di acqua che dee coprirli ed una capacità sufficiente per serbatoio del vapore, al che questo spazio trovasi affatto insufficiente. Inoltre la fiamma, seguendo rapidamente i passaggi più diretti che trova fra i tubi, non ha il tempo di spogliarsi del proprio calorico in così breve tragitto; arroventa quindi il camino che prontamente si altera, lo che non è un grave inconveniente per sè stesso, ma indica enorme perdita di calorico. Un altro motivo di questa perdita trovasi nella circostanza che la metà soltanto della superficie dei tubi riceve il calorico che irradia dal focolare; ma la parte superiore, oltre al non ricevere calorico radiante, dopo alcune ore si copre d' uno strato di ceneri fine e aderenti che impediscono la trasmissione del calore. Queste cause, tuttochè piccole in apparenza, bastano ad alterare l' andamento della barca, la quale, partendo con molta velocità, a fatica poi compie suo viaggio, consumando fino a 18 chilogrammi per ogni cavallo all' ora per una macchina di 80 cavalli. Ai suaccennati svantaggi di queste caldaie sono da aggiugnersene altri, perciò che il vapore che si forma nei tubi ha molta tendenza a trar seco l' acqua e lasciare così scoperti da quella alcuni tratti delle pareti esposti alla violenza del fuoco. Finalmente se vi ha una sostanza estranea unita all' acqua, questa penetrando in uno dei tubi potrebbe ostruirlo, donde ne verrebbe che non vi si rinnoverebbe l' acqua e si abbrucierebbe ben presto. Per evitare questo inconveniente erasi adattato alla macchina in cui era questa caldaia un condensatore a raffreddamento esterno che rimandava alla caldaia il vapore liquefatto. Adoperandosi in tal guisa sempre la stessa acqua sembrava impossibile la introduzione di qualsiasi sostanza straniera capace di otturare i tubi; ma qualunque sia la natura dell' acqua adoperata depone sempre più o meno la grascia che si adopera per lubrificare le parti mobili, e mescendosi con questi depositi finisce col formarsi una specie di mastice, alcune pallottole del quale possono ostruire i tubi. Volendo servirsi di così fatte caldaie sarebbe assai utile per questo motivo preferire l' olio alle grascie.

I grandi vantaggi per altra parte che presentavano le caldaie tubulari, massime per la navigazione fluviale, riunendo alla leggerezza una estesa superficie di riscaldamento, occupando meno spazio di tutte le altre, e presentando un sensibile profitto nell' economia del combustibile, questi vantaggi, diciamo, rendevano dispiacente il non potersi servire di esse; vi si riparò adottando forme analoghe a quelle delle caldaie locomotive, facendo in guisa cioè, che, circolasse nei tubi il fumo e la fiamma, e che l' acqua stesse all' esterno come nelle locomotive. Le forme di siffatte caldaie variano considerabilmente, e la più gran differenza sta nella disposizione dei tubi, verticali od orizzontali.

Innanzi di farci a parlare delle disposizioni di questi tubi e della influenza di essi, gioverà esporre alcune generali considerazioni relativamente alla materia di cui meglio convenga farli, al loro diametro ed alla loro lunghezza.

Incorsero gravi discussioni per sapere se i tubi nelle caldaie delle barche a vapore per la navigazione sul mare avessero a farsi di ottone o di ferro.

Quelli di ottone trasmettono il calore più rapidamente e, con più efficacia all'acqua della caldaia, e le incrostazioni non vi aderiscono così tenacemente come sul ferro. Per altra parte sono più soggetti ad essere alterati quando l'acqua si abbassa nella caldaia, e danno origine ad un' azione galvanica che producendosi per la presenza simultanea dell' ottone e del ferro distrugge rapidamente questo ultimo. Una delle caldaie della barca a vapore il Prometeo, munita di caldaie tubulari, provò grave danno per essersi l'acqua abbassata al di sotto del livello dei tubi, locchè non sarebbe avvenuto sa lo stesso accidente si fosse presentato con tubi di ferro. Potrebbesi forse rimediare a questo inconveniente introducendo in qualche punto conveniente del focolare e della cassa del fumo un robinetto di piombo o di lega fusibile, il quale, fondendosi e lasciando irrompere il vapore, avvertirebbe del pericolo prima che la parte superiore dei tubi avesse incominciato a rimanera scoperta. Quanto all' azione galvanica fra l'ottone ed il ferro, è probabile che si potessero prevenirne gli effetti introducendo dello zinco nei punti dove più progredisce la corrosione. Questa non suole avvenire nelle cime dei tubi, ma nei punti di unione coi fondi trasversali della caldaia.

In generale sogliono preferirsi i tubi di ferro, imperciocchè quanto all' obbietto in addietro notato della maggior aderenza dei sedimenti, non è desso di grande momento ove abbiasi cura di mantenere nette a tempo le caldaie, così da non permettere che vi si accumulino.

Circa al diametro di questi tubi, facevansi dapprincipio assai grandi, non meno che di 20 a 22 centimetri di diametro, e ciò pel giusto timore che i tubi troppo piccoli si ostruissero con facilità per le ceneri, fuliggine od altro portatovi dal carbon

fossile e depositovisi per la lentezza della corrente. Alcuni saggi fattisi con piccoli tubi riuscirono male, perciò che appunto in assai breve tempo si ostruirono. I grandi tubi riuscivano, ma la superficie di riscaldamento guadagnata con essi era molto minore. Merita di essere citata in proposito la maniera ingegnosa come si era cercato di evitare questo inconveniente in una caldaia tubulare americana. La fiamma ed il fumo all' uscire dal focolare dirigevansi in due tubi, del diametro di $0^m,4$, e cedevano all'acqua per irradiazione una parte del loro calore; penetrando poscia in una capacità analoga alla cassa del fumo delle locomotive, rialzavansi e tornavano sul dinanzi per una serie di piccoli tubi del diametro interno di $0^m,065$. Con questa ingegnosa disposizione il fumo deponeva nei grandi tubi e nella cassa del fumo gran parte della fuliggine prima di entrare nei tubi piccoli, dei quali potevasi per ciò diminuire il diametro in proporzione.

Altri, per poter far uso di tubi di minor diametro, cercarono di accelerar la corrente, o con ventilatori mossi dalla macchina stessa o introducendo un getto di vapore nel centro di ciascun tubo. Potevasi con questi mezzi far uso di tubi del diametro di $0^m,05$ a $0^m,06$, ma aveavi considerevoli dispendii di forza. Oggidì in generale si fanno questi tubi di un diametro di $0^m,10$ a $0^m,12$, con le quali dimensioni si prestano abbastanza bene anche con la ordinaria corrente che vi ha nelle caldaie delle barche. È inutile il dire che la somma delle sezioni dei tubi dee per lo meno eguagliare la sezione del camino.

Affinchè finalmente le caldaie tubulari presentino que' vantaggi di cui sono suscettive, duopo è che i tubi abbiano sufficiente lunghezza, perchè l' aria calda nell' attraversarli possa spogliarsi in gran

parte del suo calorico, e questa lunghezza si calcola dover essere almeno di 5 metri per le forze medie di 16 a 25 cavalli, lunghezza però che di raro può ottenersi, atteso il soverchio ingombro che recherebbe una caldaia di così fatta misura. Non sarebbe tuttavia difficile ripiegare facendo in modo che una metà dei tubi servisse a condurre la fiamma ed il fumo da una estremità all'altra della caldaia, e l'altra metà a farli retrocedere, sommandosi in tal tal guisa le due lunghezze percorse dai prodotti della combustione.

Premesse queste considerazioni, vedremo ora quali differenze apporti la diversa disposizione dei tubi.

I tubi verticali hanno vantaggi e discapiti particolari, essendo meno disposti ad ostruirsi perciò che le ceneri, fuliggine od altro, ricadono sul focolare. I discapiti di questa disposizione sono varii. La grande altezza che risulta per la caldaia, se vuolsi dar loro sufficiente lunghezza, è un grande difetto, nè certamente si potrebbe approvare per le barche a vapore una caldaia come quella adattata sopra un rimurchio pel Tamigi, e che vedesi disegnata nella fig. 6 della Tav. CI delle *Arti meccaniche*. La parte superiore dei tubi trovasi in essa cinta dal vapore, il che si nota essere vantaggioso in quanto che riscaldandosi questo vapore non porta seco acqua ed esce, come suol dirsi, più secco; ma questo vantaggio è ben lungi dal bilanciare il pericolo che arroventandosi questi tubi e venendo ad essere bagnati dall'acqua per la reazione all'aprirsi del tubo di uscita o della valvola di sicurezza, o per una semplice oscillazione della barca, si produca così subitaneo sviluppo di vapore a forte tensione, che, riuscendo inefficaci gli ordinarii mezzi di sfogo, cagioni lo scoppio della caldaia. Inoltre la posizione inclinata o peggio verticale dei tubi, oltre al costringere a tenerli molto più corti che quando mettonsi orizzontali, accelera in modo notabile la corrente e lascia così sfuggire una copia maggiore di calore. Quindi le caldaie a tubi verticali sono per doppio motivo inferiori alle altre.

Si può tuttavia riparare in parte, combinando con questi tubi un retrocedimento della fiamma. A. Burat dice aver adoperata con buon esito una caldaie eseguita dietro questo principio, il cui piano eragli stato comunicato da Edwards. Componevasi di un focolare circolare sopra del quale stava un fascio verticale di 55 tubi, del diametro di $0^m,05$, e la fiamma, dopo averli attraversati, andava a colpire la superficie concava di una caldaia sovrapposta alla prima, poi scendeva lungo il contorno esterno della caldaia per risalire al camino. Questo apparato dava 8 chilogrammi di acqua per ogni chilogramma di carbon fossile. Si vede per altro che o i tubi dovevano essere assai corti o la caldaia assai alta, con grande incomodo e discapito della stabilità della barca; inoltre se avveniva uno sconcerto nella parte superiore dei tubi sarebbe stato ben difficile porvi riparo senza disfare parte della caldaia.

In alcune caldaie stabilite dietro il sistema dei tubi verticali, manifestaronsi fenditure negli intervalli fra essi nella piastra inferiore su cui sono fissati. La distanza di $0^m,0254$ che suol lasciarsi fra questi tubi è insufficiente; giova poi disporli in guisa che quelli di una fila corrispondano agli spazii fra quelli dell'altra, sicchè rimanga fra loro un maggiore intervallo, onche per nettare più facilmente con adattato utensile le esterne loro pareti. Sarebbe ottima precauzione guarentire la piastra dei tubi dall'azione troppo diretta del fuoco con una volta sferica di mattoni refrattarii, con aperture corrispondenti a ciascun tubo; ma in tal caso converrebbe aumentare il nu-

mero dei tubi, poichè la quantità di calore assorbita dall'acqua prima che la fiamma ed il fumo entrassero nei tubi sarebbe minore.

Una forte obbiezione che si presenta contro questo sistema di caldaie sta eziandio nel pericolo di abbruciar prontamente la piastra dei tubi per effetto dei sedimenti che possono formarsi sulla faccia superiore di essa. Evitasi in parte questo pericolo interponendo, come si è detto, una volta di pietre fra il fucolare e la piastra; ma Julien, dice, non sapere che nessuna fra le caldaie di questa fatta abbia presentato simile inconveniente, quantunque mancanti della volta di pietra. Ciò deriva dall'agitazione dell'acqua prodotta dal rapido salire del vapore, che è un ostacolo reale contro la permanenza dei sedimenti nel mezzo dalla piastra. Slanciati con violenza per ogni verso, depongonsi questi sugli orli della piastra, all'esterno della parte centrale, verso i punti estremi, dove non agendo il fuoco direttamente, l'acqua tiensi assai più tranquilla; tuttavia non è da trascurarsi l'avvertenza di vuotare e nettare frequentemente queste caldaie, oppure di avere trombe, le quali levino a volontà l'acqua dalla caldaia, impedendole così di caricarsi di materie saline.

Le dimensioni principali della caldaia a tubi verticali, di cui abbiamo dato il disegno nella fig. 6 della Tav. CI della *Arti meccaniche* sono le seguenti:

Diametro della caldaia	1^m,83
Altezza della detta	3 ,50
Diametro della cassa del fuoco	1 ,68
Altezza della piastra inferiore dei tubi al di sopra delle spranghe della grata	0 ,46
Distanza fra la grata e il fondo del ceneraio	0 ,48
Longhezza dei tubi	2 ,44
Diametro dei detti	0 ,051
Distanza fra i tubi da centro a centro	0 ,076
Diametro della piastra che porta i tubi	1 ,17
Larghezza dello spazio anulare che separa i tubi dalla lastra della caldaia.	0 ,356
Altezza dell'acqua lungo i tubi	1 ,52
Lunghezza della parte dei tubi cinti dal vapore	0 ,91.

I tubi erano 145, ed essendo immersi nell'acqua per 1^m,52, il complesso della superficie di riscaldamento tubulare era di $35^{m.q.}$,25. L'area della cassa del fuoco essendo di $3^{m.q.}$,27, la superficie totale effettiva di riscaldamento era di $38^{m.q.}$,52. L'area della grata del focolare era di $1^{m.q.}$,95 il che dava la proporziona di circa 1 a 20 per la relazione fra questa area e quella della superficie di riscaldamento. Una simile caldaia dava tutto il vapore necessario per l'andamento della macchina, il cui cilindro aveva il diametro di 0^m,665, la corsa di 0^m,965, e dava 35 colpi al minuto, quando il rimurchio camminava solo, e dava 26 a 30, quando tirava altre barche. Il consumo del combustibile era di 508 chilogrammi all'ora, ed i tubi, che erano di ferro, assicurasi non avere per nulla sofferto a motivo dell'azione del calore su quella parte di essi che trovavasi al di sopra dell'acqua nella caldaia.

Più frequentemente dispongonsi i tubi in modo analogo a quello che si fa nelle caldaie delle locomotive. Avvi un focolare contenuto in un doppio involucro e cir-

condato d'acqua per conseguenza; di là i prodotti della combustione dirigonsi in tubi orizzontali, all'altra cui estremità trovasi una cassa pel fumo, al di sopra della quale sta il camino, ed in cui può stabilirsi volendo un apparato per riscaldare l'acqua di alimentazione.

La descrizione di alcune di tali caldaie fra quelle che trovaronsi nella pratica più vantaggiose farà comprendere viemmeglio queste disposizioni.

Nelle figure 7 e 8 della Tav. CI delle *Arti meccaniche* abbiamo creduto utile dare una sezione trasversale e longitudinale della caldaia americana a grandi ed a piccoli tubi della quale abbiamo parlato più addietro (pag. 499). Vedonsi in A il focolare con la sua grata *a*, in B i due tubi del diametro di $0^m,40$ che ricevono la prima azione della fiamma e la conducono nella camera del fumo C, donde pei piccoli tubi D, del diametro di $0^m,065$, i prodotti della combustione retrocedendo vengono sul dinanzi nell'altra cassa E, e di là nel camino F. Dall'esame delle figure rilevasi come tanto le pareti del focolare quanto quelle della cassa del fumo sieno doppie, scorrendovi l'acqua framezzo, e legate insieme, e mantenute alla dovuta distanza mediante chiavarde. Si vede altresì come tanto la cassa del fumo C quanto quella E che va al camino tengano aperture *a b* da chiudersi con piastre semplicemente, ad oggetto di potere con facilità visitare ambo le testate dei tubi per nettarli e farvi riattamenti se occorre. G è un rialzo praticato nella caldaia dalla sommità del quale prende il vapore il tubo che lo dee portar nella macchina, acciò meno facilmente vi possa penetrare dell'acqua in istato liquido.

Le figure 9 e 10 rappresentano in sezione trssversale e longitudinale, una piccola caldaia tubulare eseguita da Horton e figlio di Liverpool per una barca a vapore di cabotaggio, chiamata lo *Zeffiro*. Vedonsi in A gli spazii occupati dal focolare e dai cenerai: in B i tubi che sono alcun poco inclinati, ed in C la cassa del fumo, in E la cassa anteriore ed in F il camino. Questa caldaia agisce assai bene e presentò effetti pienamente soddisfacenti. I tubi sono 168, di ferro, del diametro di $0^m,075$ e la loro lunghezza, al pari che quella del focolare, è di $1^m,52$. Vi sono due macchine, consumansi all'ora circa 305 chilogrammi, la pressione del vapore, a termine medio, è di $0^{chil.},35$ al centimetro quadrato al di sopra della pressione atmosferica. Quattro caldaie quasi affatto simili, eccetto che hanno i tubi disposti orizzontalmente adattaronsi sui piroscafi inglesi *Her Majesty* e *Royal Consort*, dove danno tutto il vapore necessario al servigio di due macchine i cui cilindri hanno il diametro di $1^m,65$ e la corsa pure di $1^m,65$. Queste caldaie sono disposte due a due, coi loro focolari alle estremità opposte. Sono separate l'una dall'altra per 30 centimetri nel senso della lunghezza del vascello, e vi ha una distanza di $0^m,75$ fra ciascuna coppia anche nel senso trasversale. I tubi delle quattro caldaie vengono a scaricare il fumo in una specie di cassa foggiata ad imbuto, e perfettamente circondata dall'acqua. Ecco alcuna delle dimensioni di queste caldaie.

Lunghezza di ciascuna di esse	3^m,00
Larghezza idem	2 ,78
Altezza idem fino all' alto della capacità del vapore	3 ,57
Lunghezza dei tubi	1 ,88
Diametro detti	0 ,75
Distanza da centro a centro	0 ,12.

Il numero dei tubi per ogni caldaia è di 160. Le piastre inferiori sono ben assicurate con chiavarde a vite, ribadite sull' inviluppo esterno; inoltre vi sono cinque spranghe che attraversano la caldaia fra il focolare ed i tubi, essendo assicurate con viti; finalmente altre chiavarde tengono pure legate insieme le piastre all' interno della caldaia. Ciascuna di esse tiene tre fornelli, quello di mezzo essendo largo 0^m,66 ed i laterali 0^m,73. Tanto nella caldaia dello Zeffiro, come vedesi nelle figure, quanto in quelle dei due piroscafi sovraccennati non vi è nella cassa del fumo C l' apertura per visitare le teste dei tubi, sicchè il nettarli è meno facile; ma ciò che vi è di peggio se avviene uno sconcerto nella cima che va nella cassa C non si può ripararvi prontamente senza entrare nel fornello dopo che siasi raffreddato abbastanza.

Tre simili caldaie coi tubi inclinati, come quelli dello Zeffiro vennero pure disposte sulla nave a vapore l' *Oceano*, avendovi tre fornelli nella caldaia di mezzo e due nelle laterali, con 378 tubi di ferro, del diametro di 0^m,08 e della lunghezza di 2^m,74.

Nelle barche ordinarie di cabotaggio non è da approvarsi il sistema di porre i fornelli ai due capi, a motivo della perdita di spazio cagionata da questa disposizione che obbliga a lasciar luogo pressochè doppio per quelli che sono incaricati di attendere al fuoco, valendo meglio disporre piuttosto i focolari doppii specialmente nella caldaia centrale.

In una caldaia per barca chiamata il *Tago*, disposta in modo analogo, ma di forma cilindrica nella parte superiore, notossi il difetto che usciva grande quantità di acqua insieme col vapore, e ciò perchè il livello del liquido nella caldaia al di sopra dei tubi era tanto alto da riuscire nella parte curva in guisa che la superficie ne era considerevolmente diminuita. Abbiamo creduto utile notare questo difetto potendo l' esempio servire altrui di norma per evitarlo. I tubi di questa caldaia, che erano di ottone, lunghi 1^m,98 e del diametro di 0^m,075, erano 45 per ciascuna caldaia, cioè, in tutti 180, il qual numero era troppo scarso per assorbire compintamente il calore, sicchè doveva sfuggirne una grande quantità nel camino. I tubi provenienti da ciascun fornello erano separati dagli altri all' entrare nella cassa del fumo da spazii riempiuti d' acqua, che impedivano ogni comunicazione fra loro, sicchè il fumo di ciascun fornello era compiutamente separato da quello del fornello vicino fino a che il fumo penetrava nel cammino. Una tale disposizione aveva il vantaggio di permettere che si nettassero o riattassero i tubi di un fornello senza sospendere il fuoco negli altri.

Per dare finalmente una idea delle caldaie tubulari applicate a grandi navi faremo conoscere quelle del Great Western costruite nel 1844 in sostituzione ad altre con canali rettangolari che giravano in mezzo all' acqua. A confessione però ingenua di quello stesso che diede il piano delle nuove caldaie, non davano queste

tutto quello sviluppo di vapore cha si doveva aspettarne, e ciò forse perchè i tubi toglievano al fumo troppo calore, cosicchè non si poteva mantenere la corrente con abbastanza d' intensità. Forse sarebbesi potuto rimediare a questo inconveniente aprendo un canale per cui una parte del fumo potesse direttamente passare nel camino senza attraversare i tubi orizzontali, munendolo di un registro per non lasciarvi passare che la quantità di aria calda necessaria per questo effetto Cercossi invece di riparare alla mancanza della corrente mediante un ventilatore. I fornelli devono allora essere chiusi ermeticamente, e la corrente prodottasi introducesi in una cassa donde passa nei cenerai. Questo metodo ha tuttavia il difetto che quando si aprono le porte dei fornelli ne esce il fumo in gran copia.

Le prime caldaie del Great Western presentavano 274 metri quadrati di superficie dei canali del fumo, e 83 metri quadrati per l' area delle pareti del focolare, lo che faceva una superficie totale di riscaldamento di 357 metri quadrati. L' area della grata del focolare era di 19 metri quadrati, la capacità occupata dal vapore di 32,5 metri cubici; il peso delle caldaie e dei tubi a vapore di 205 tonnellata da 1000 chilogrammi; quello dell' acqua di 81 tonnellate; il medio consumo del combustibile era di 1016 tonnellate ogni viaggio di 27 a 28 giorni per andata e ritorno.

Nelle caldaie tubulari della fig. 11 la superficie dei tubi è di 548 metri quadrati; quella della cassa del fumo di 77 metri quadrati e quella del focolare di 39 metri quadrati, lo che forma 664 metri quadrati di superficie di riscaldamento. L' area della grata del focolare è di 13,5 metri quadrati, il peso delle caldaie di 57 tonnellate, quello dell' acqua di 52,5, la capacità pel vapore di 37,5 metri cubici, finalmente il medio consumo di combustibile di 707 tonnellate per ogni viaggio compiuto di 29 giorni. Si vede la velocità del vascello essersi alcun poco diminuita dacchè vi si adattarono le nuove caldaie; ma aversi avuta maggiore economia di combustibile.

La forza delle macchine del Great Western è di circa 400 cavalli tanto per le nuove caldaie come per le antiche. Nel quadro seguente vedonsi stabilite le proprietà principali che distinguono queste due specie di caldaie dietro il confronto dei dati precedenti.

		Caldaie antiche	Caldaie nuova
Superficie di riscaldamento per ogni cavallo di forza		$0^{m.q.},49$	$1^{m.q.},66$
Area della grata	idem	0 ,0475	0 ,0333
Capacità pel vapore	idem	$0^{m.c.},081$	$0^{m.c.},094$
Consumo di combustibile all' ora	idem	$3^{chil.},79$	$2^{chil.},54$.

È tuttavia da notarsi non essersi stabiliti in circostanze identiche i due numeri che esprimono il consumo di combustibile; quello di $3^{chil.},79$ per le antiche caldaie ottennesi quando cominciavano ad essere logorate, mentre invece i $2^{chil.},54$ relativi alle nuova caldaia stabilironsi nel principio del loro servigio. Quando le altre caldaie erano nuove il consumo di combustibile era in esse soltanto di $2^{chil.},72$ all' ora per ogni cavallo di forza.

I tubi delle nuove caldaie sono di ferro; hanno la lunghezza di $2^{m},44$ ed il

diametro interno di $0^m,076$; i fornelli sono lunghi $2^m,5$, proporzione forse un poco eccessiva per regolar bene il fuoco, massime nei grandi viaggi cui è destinato il Great Western. Si vede nella figura il livello dell' acqua essere alquanto superiore dei tubi, come è necessario per la sicurezza della caldaia.

Come già si è notato i vantaggi delle caldaie tubulari stanno nella leggerezza, nell' aumento della superficie di riscaldamento e nella economia del combustibile. Se infatto si esaminino molte barche a vapore il difetto che apparisce comune alla maggior parte consiste nella scarsezza di vapore che danno. Siccome in fatto la superficie di riscaldamento non solo riesce costosa, ma aumenta principalmente il peso delle macchina, ed in conseguenza la immersione delle barche, così i costruttori di raro danno sufficiente estensione a questa parte delle macchine della quale invece è a così dire necessario un qualche eccesso. Le caldaie tubulari sono le sole che abbiano permesso di adempiere a questa condizione, e si calcolano ordinariamente nella proporzione di $1^{m.q.}$ a $1^{m.q.},20$ per ogni cavallo di forza. Rimane ora a vedersi, dietro questa misura di superficie che è sufficiente, quale sia la minima quantità di metallo e di acqua necessaria per le caldaie tubulari. Secondo Burat, si giunse a questo minimo nelle caldaie a tubi verticali di Edwards onde si è già parlato in addietro (pag. 500), le quali per una superficie di 25 metri quadrati contengono 1013 litri di acqua, e pesano 3200 chilogrammi. Avvi una infinità di gradazioni fra questo numero e quello delle caldaie che in generale contengono 700 litri di acqua per ogni 1000 chilogrammi di lamierino, e che pesano 250 chilogrammi per ogni metro quadrato di superficie di riscaldamento.

Le caldaie che non hanno sufficiente superficie di riscaldamento possono nullameno bene spesso dare abbastanza vapore pel consumo della macchine; ma questa produzione non si fa che con grande consumo di combustibile e con una rapida alterazione delle parti più esposte alla azione del fuoco.

L' uso delle caldaie tubulari presenta inoltre la utilità di potersi far agire le macchine a vapore sul mare a maggiore pressione che non siasi fatto finora senza aumento di pericolo, rendendo quindi più facile l' uso della espansione compiutamente sviluppata, ottenendosi, così come abbiamo mostrato, grande economia nel combustibile e nella capacità della caldaia. In vero, a peso uguale, le caldaie tubulari non occupano che una metà dello spazio di quelle costruite dietro l' antico metodo.

I discapiti da contrapporsi per le caldaie tubulari stanno nella aumentata difficoltà di nettarle, nel pericolo che i tubi stessi si ostruiscano, e nel bisogno di una maggior vigilanza per l' alimentazione di acqua.

È certamente innegabile potersi guardare come quasi impossibile il nettarle meccanicamente dai sedimenti, e specialmente dal tartaro che attaccasi ai tubi ed alle pareti del focolare. Questa obbiezione ha però assai minor fondamento nei fiumi le cui acque in generale sono abbastanza pure quanto a sostanze discioltevi, e che sono soltanto momentaneamente cariche di principii tenuti in sospensione. I depositi di questi principii tendono a formarsi nelle parti inferiori della caldaia, che sono meno esposte alla ebollizione. Del resto i mezzi che indicheremo più innanzi per tener nette in generale le caldaie, così da questi depositi come dalle incrostazioni, adoperati con qualche maggiore solerzia a diligenza, riparano abbastanza a questo difetto.

Il pericolo che la foliggine o le ceneri

meccanicamente trasportata dal fumo deponendosi nei tubi gli ostruiscono, non è molto grande quando mantengasi la corrente in una attività discreta e quando i tubi abbiano una ben intesa disposizione. Inoltre riesce facile nettare di tratto in tratto i tubi mediante le porte che vi si lasciano sempre nella parte anteriore, e che giova lasciarvi anche in quella posteriore, come spesso si pratica.

Un più grave obbietto da farsi all' uso delle caldaie tubulari sta nella difficoltà di mantenerne l' acqua d' alimentazione ad una altezza uniforme. Essendovi una massa di acqua molto minore in una caldaia tubulare che in quelle a canali parallelogrammici, è più difficile stabilire una compensazione per le irregolarità che sopravvengono nelle valvule che regolano la introduzione dell' acqua. È vero che il rimedio a questa irregolarità facilmente presentasi bastando una maggiore vigilanza del meccanico o di quello che attende al fuoco, perchè il livello d' acqua mantengasi costantemente lo stesso nella caldaia. Questa attenzione tuttavia non può sempre comandarsi, ed è certo uno svantaggio reale che il meccanico o l' incaricato del fuoco sieno costretti di abbandonare le antiche abitudini per adottarne altre che loro non sono familiari. È certo che un operaio avvezzo a caldaie comuni farà più danno ad una caldaia tubulare lasciando abbassare il livello di quello che uno il quale fosse nuovo e mancasse di ogni esperienza, poichè questo ultimo non avrebbe da vincere abitudini contratte tali da compromettere la sicurezza della macchina se la sua vigilanza venisse meno un istante. Per queste caldaie principalmente sarebbe utile adottare quel mezzo di alimentazione da molti anni proposto e provato da chi compila questa opera che venne descritto nell' articolo ALIMENTATORE di questo Supplemento (T. I, pag. 244) e disegnato nella fig. 10 della Tav. I delle *Arti meccaniche*, nel quale, non dipendendo l' azione da valvule nè da altre parti che possono sconcertarsi, ma dal solo effetto della gravità a dal votamento di un vaso, non può mancare di aversi un livello esattamente costante, come la esperienza confermò pienamente.

La causa di alterazione della caldaie tubulari per la mancanza di acqua merita ancora maggiore considerazione per ciò che sono queste più specialmente soggette a vuotarsi d' acqua lasciandola trabocare nella macchina o nelle caldaie vicine, potendo così in un istante vuotarsi per la maggior parte. Questa difficoltà tuttavia può essere vinta in generale, od almeno se ne possono prevenire gli effetti, mantenendo uniforme la pressione del vapore, dipendendo in gran parte il fenomeno onde si è parlato dagli improvvisi cangiamenti nella tensione del vapore. Allorchè, per esempio, si voglia arrestare le macchina prima di aprire il robinetto di uscita del vapore bisogna chiudere in parte i registri del camino, in goisa da moderare la rapidità della produzione del vapore, la quale semplicissima precauzione basterà ad impedire che la caldaia si vuoti di acqua in circostanze nelle quali altrimenti ciò avverrebbe indubbiamente.

Quello che mostra di quanto i vantaggi delle caldaie tubulari superino i discapiti, si è il vedere in Francia il ministro della marina, dopo vedutane la esperienza, prescriverne l' uso per tutte le navi della marina reale che si avessero a costruire o per quelle cui si dovessero mutare le caldaie, e darsi pure la preferenza a questa maniera di costruzione dall' ammiragliato inglese nei contratti che stipula per nuove macchine a vapore della barche.

Venendo da queste considerazioni particolari sulla varie forme della caldaie ad

altre generali, e primieramente a ciò che si riferisce alla materia onde sono formate, nell'articolo Caldaia di questo Supplemento (T. III, pag. 224), fecesi un confronto fra la ghisa, il ferro laminato ed il rame, e nell'articolo Barca del Supplemento medesimo (T. II, pag. 215) si disse come gli Americani preferiscano spesso il rame, e per quali ragioni. In molti paesi, ed anche nell'Austria, l'uso delle caldaie di ghisa è proibito, e il maggior pericolo che presentano, unito al grande peso che hanno, le fe sbandire assolutamente per le barche; quindi rimane a considerare soltanto quali cagioni militino a favore delle lastre di ferro o di quelle di rame. Si è molto discusso quale dei metalli si meriti la preferenza per le caldaie delle navi a vapore, ma sembra che la quistione sia stata decisa dalla pratica di tutti i fabbricatori che adottarono il ferro. Nei confronti fattisi fra il maggior prezzo del rame e la maggior sua durata si è forse molto esagerata questa ultima. Le caldaie di rame in fatto sono molto soggette ad essere danneggiate dallo zolfo che contiene quasi sempre il carbon fossile, e gli interni canali possono venire attaccati dai sali che vi si depongono quando vi si apre una uscita all'acqua. Queste aperture e dispersioni inoltre non tendono in tal caso a rinchiudersi di per sè stesse per l'irrugginimento del metallo, come fanno le caldaie di ferro, ma anzi tendono ad ingrandirsi sempre più. In alcuni casi vidersi intere piastre di rame bruciate compiutamente dall'azione corrosiva dello zolfo contenuto nel carbon fossile, e siccome non sempre si può procurarsi quella sorta di carbon fossile che si desidera, così si era costretti di porre tubi di ferro nell'interno delle caldaie di rame. La maggiore conducibilità del metallo rende inoltre più facile il caso di uno scoppio se lasciansi scoperta di acqua le parti esposte al fuoco. Questi riflessi basterebbero per giustificare la preferenza generalmente accordata alle caldaie di ferro, ma vi è un altro motivo che non si dee trascurare. Ogni giorno presentansi nuovi perfezionamenti nei generatori del vapore, ed una caldaia che fosse stabilita in guise da durare molto a lungo correrebbe a rischio di essere di forma antiquata, potendo, del resto, tuttora servire. La introduzione, per esempio, fattasi in questi ultimi anni delle caldaie tubulari, è una di quelle innovazioni cui devono di necessità cedere gli antichi metodi. Tuttavia nel caso che si fossero adottate caldaie di rame, e che queste avessero di fatto corrisposto presentando grande durata, non si sarebbero potuti introdurre questi perfezionamenti senza gettare come inutili delle caldaie atte ancora a servire.

Abbiamo già detto anche pei tubi essersi trovati preferibili quelli di ferro a quelli di ottone, avendo anche in tal caso il vantaggio di non essere esposti a fondersi prontamente nel caso che un improvviso abbassamento di acqua nella caldaia, ne lasciasse alcuni esposti a tutta l'azione del fuoco.

La corrosione delle lastre metalliche nelle caldaie è fra le cose più oscure di quanto riguarda lo studio delle macchine a vapore. Di raro le caldaie sul mare durano più di 4 a 5 anni, mentre invece le caldaie delle macchine stabili in terra, costruite con la stessa qualità di metallo, lavorano ancora spesso dopo 18 a 20 anni di servizio. Non si può attribuire questa enorme differenza nella durata delle due specie di caldaie, ad alcuna azione chimica proveniente dal contatto dell'acqua salsa con le lastre delle pareti, imperciocchè i tubi ed i canali del fumo delle caldaie per le navi sul mare, assai di raro vengono danneggiati da questa azione; anche nelle caldaie ridotte inservibili

possono vedersi sulle piastre i segni evidenti dei colpi di martello dati all'atto della costruzione stessa delle caldeie. Lo strato sottile dei sedimenti che spalma le interne pareti, tende naturalmente a guarentire dalla corrosione tutta quella parte che è posta al disotto della superficie di livello dell'acqua. Qualunque sia la cagione del fatto, di raro nelle caldaie alimentate con acqua salsa manifestasi alcuna azione corrosiva contro le piastre in quella parte all'interno che trovasi a contatto con l'acqua. Le caldaie dei piroscafi muniti di condensatori a raffreddamento esterno delle pareti, dietro quanto da molti anni avevamo proposto a praticato, e come venne poscia fatto da Hall, sono alimentate con acqua dolce, ma non per questo presentarono maggior durata di quelle delle altre navi.

La durata più o meno grande delle caldaie è soggetta a varie circostanze, delle quali può esser utile ricordare le principali. Le prime parti ad alterarsi nei generatori di vapore pei piroscafi sono le pareti della capacità del vapore ed i cenerai. L'esterno della capacità pel vapore viene logorato dalle gocce di acqua che vi cadono continuamente dal ponte della nave e l'interno per l'azione medesima del vapore. Quanto al ceneraio, la pronta sua alterazione dee attribuirsi ad una abitudine invalsa di bagnare le ceneri e di speguere il fuoco con l'acqua salsa. L'azione del vapore sulla parte interna della capacità che lo contiene è irregolarissima, vedendosi spesso alcune parti essere prontamente attaccate, mentre altre rimangono incolumi, ed anche quelle stesse parti che sono compiutamente alterate in una caldaia non soggiacere al menomo guasto in un'altra. Può tuttavia stabilirsi qual regola generale le piastre della capacità pel vapore divenire più presto inservibili in quelle caldaie dove si lasciano accumulare i depositi. Questa circostanza deriva certamente dallo svolgimento dell'acido idroclorico nelle materie saline contenute in questi depositi. Gli strati di pittura che si applicano sulle interne pareti della caldaia sono presso a poco senza effetto quanto al preservarle dalla corrosione, mentre si crede invece che aumentino la violenza dei getti simultanei di acqua e vapore. Tuttavia un latte di calce o meglio un intonaco di cemento romano applicato a più strati successivi sarebbe un efficace preservativo contro la corrosione del ferro. Per guarentire le piastre all'esterno della caldaia sembra non esservi meglio che coprirle con feltro, poi con lastre di piombo saldate nelle giunture. Tuttavia in alcune occasioni riconobbesi che l'applicazione del feltro all'esterno aveva affrettato la corrosione all'interno; ma questa può impedirsi, come dicemmo, con un intonaco di cemento romano.

Tanto i tubi di ferro come quelli di rame presentano in pratica inconvenienti loro proprii. I tubi di ferro malleabile vengono prontamente corrosi pel passaggio del vapore, e spesso grandi pezzi di ruggine vengono trasportati nell'interno del distributore e del cilindro ove producono molto danno, solcando pareti che devono essere a tenuta del vapore. I tubi di rame producono un'azione galvanica sulle valvule e sul cilindro che distrugge ben presto il ferro onde quelli sono composti. Ciò nullameno i tubi di rame presentano meno inconvenienti di quelli di ferro e si meritano la preferenza.

Gioverebbe molto che le caldaie tubulari fossero munite di un apparato che operasse da sè, posto in moto da una piccola macchina a vapore per mantener acqua nelle caldaie, ed ottenere così un livello d'acqua costante anche quando le macchine della barca non camminassero.

Tale espediente, vedemmo posto in pratica nella barca a vapore di ferro, il Pio IX, destinato a rimurchiare altre barche sul Po. Oltre che dispensa dallo staccare l' equipaggio per rimettere l' acqua in caldaia, questa piccola macchina può utilizzarsi a molti altri usi, come sarebbe a sollevar l' ancora, a trasportare merci o carbone da un un punto all' altro e simili.

Ciò che riguarda la resistenza delle caldaie acquistò sempre maggiore importanza per la grande estensione datasi al principio della espansione del vapore a di una pressione maggiore. Tale quistione venne con ottimo effetto trattata da una commissione dell' Instituto di Franklin, e ne risultò che le lastre di ferro presentano sempre maggiore tenacità, a misura che se ne innalza la temperatura, fino a che questa sia giunta ai 310° centigradi, al qual punto questa tenacità comincia a decrescere. Pel rame invece sembra che la sua tenacità decresca a misura che se ne innalza la temperatura, potendosi ammettere qual legge empirica che il quadrato della diminuzione di forza varia come il cubo della temperatura. Rimettiamo all' articolo Vapore il riferire i risultamenti ottenuti da questa commissione, i quali si applicano a tutte le caldaie in generale. Solo diremo che sembra conveniente di limitare la pressione cui si assaggettano le caldaie di ferro, in guisa che lo sforzo con cui tendono a rompersi non superi i 210 chilogrammi al centimetro quadrato, e che nel caso in cui le piastre di una caldaia non fossero in istato di reggere a questo sforzo, converrebbe o diminuire la pressione cui la caldaia deve essere sottoposta o ricorrere a puntelli interposti, l' applicazione dei quali nelle caldaie delle barche va sempre soggetta a molte difficoltà, massime per quelle parti che trovansi precisamente al di sopra del focolare.

Quanto alle forme delle caldaie considerate in generale, una delle più importanti avvertenze è quella cui già accennossi nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. III, pag. 215), di fare in guisa, cioè, che le oscillazioni cui va soggetta la barca ne alterino quanto meno si possa il livello. È perciò che invece di una sola caldaia che abbracci da un bordo all' altro della nave in cui le oscillazioni del rullio produrrebbero grande innalzamento di livello da una parte e grande abbassamento dall'altra, sostituisconsi spesso due o tre caldaie separate, e vi si fanno anche talvolta tramezzi, i quali, lasciando comunicare le capacità pel vapore con fori od altrimenti, separano l'acqua, sicchè l' inclinarsi della barca ne alteri di poco il livello. Queste agitazioni stesse che succedono di continuo nelle barche inducono spesso a farvi un rialzo come nelle locomotive, affinchè si prenda il vapore distante dalla superficie dell' acqua, e lo si abbia così quanto più secco si può. Per le stesse ragioni giova pure collocare il punto ove si prende il vapore quanto più lontano è possibile dalle parti dove l'acqua bolle più fortemente, cioè dai focolari. Talvolta ricorresi anche all' uso di tele metalliche, la resistenza opposta dalle quali essendo più sensibile per l' acqua che pel vapore facilita la separazione dell' uno dall' altra.

Un' altra cosa di molta importanza per le caldaie delle barche sta nei depositi od incrostazioni che vi si formano più o meno prontamente. Si è veduto negli articoli Caldaia del Dizionario (T. III, pag. 334), e di questo Supplemento (T. III, pag. 232) non esservi acqua, per limpida e pura che appaia, la quale nel ridursi in vapore non lasci qualche residuo, il quale accumulandosi a lungo andare potrebbe produrre gravissimi inconvenienti, massime per la difficultata trasmissione del calore, donde

ne verrebbe il bruciamento delle pareti ed il pericolo di scoppio all' improvviso staccarsi delle croste formatesi. Tanto pegli inconvenienti che presentano come pei mezzi di evitarli conviene però distinguere questi sedimenti secondo che provengono da sostanze tenute solo meccanicamente sospese nell' acqua oppure disciolte, ed in questo secondo caso anche secondo la natura di esse.

Nei depositi formati da sostanze insolubili è a notarsi come tendano a formersi nelle parti inferiori delle caldaie ed in quelle meno esposte all' ebollimento. In vero la esistenza di alcune particelle di materie solide nell' acqua agevola la formazione del vapore, che sembra, a così dire, staccarsi da quelle, abbassandosi anche in alcuni casi la temperatura dell' ebollimento. Queste materie terree e saline vengono continuamente spinte alla destra od alla sinistra dal vapore che se ne solleva, nè rimangono in quiete che quando cessa l' ebollimento. Traendo profitto da questa circostanza, in parecchie officine introduconsi nelle caldaie, e specialmente nei bollitoi vasi ad angusta aperture: l' acqua nell' interno di essi essendo in quiete in confronto a quella delle altre parti, vengono a deporvisi tutte le molecole tenute in sospensione, di modo che studiando la quantità e la capacità dei vasi necessarii a ricevere i depositi che si fanno in un dato tempo, si giugne facilmente a difenderne le altre parti della caldaia. La fig. 1 della Tav. CII delle *Arti meccaniche* mostra la disposizione di uno di questi vasi adattato da Armstrong di Manchester alle caldaie di un piroscafo di 240 cavalli, al di sopra immediatamente dei canali del fumo. Il vaso A, destinato a ricevere i depositi che vi cadono dal collo cilindrico B, si fa di lamina molto sottile e vi si aggiugne un agitatore C, che corrisponde ad una sprenge D che riesce all' esterno, passando per una scatola stoppata attraverso la parete della caldaia. Nel collo B avvi un altro cilindro o piuttosto cono tronco E, che può alzarsi od abbassarsi secondo che occorre. Girando l' agitatore C, sollevansi e mesconsi le materie terrose prima di far uscire l' acqua carica di esse per un tubo F, aprendo un robinetto che vi è adattato all' esterno: *a b* è il livello dell' acqua nella caldaia. Scaricando in tal guisa pel tubo F l' acqua di tratto in tratto, si possono levare i depositi anche in corso di cammino, sempre che le trombe di alimentazione bastino a sopplire a queste sottrazioni oltrechè al consumo, restituendo immediatamente l' acqua estrattasi e mantenendo costante il livello.

I sedimenti prodotti dalle sostanze tenute in soluzione dall' acqua variano, come notossi all' articolo Incrostamento (T. XIV della presente Appendice, pagina 161), secondo che provengono da sostanze solubilissime, nel qual caso sono molto meno dannosi perchè difficili a deporsi e facili a cristallizzare, non acquistando perciò grande aderenza; oppure che sono poco solubili, presentando allora le peggiori circostanze per la forte adesione che contraggono con le pareti. Si è ivi veduto appartenere a queste ultima classe principalmente il solfato ed il carbonato di calce, ed il clorUro di sodio, massime questo ultimo quando si usi l' acqua del mare, essendosi pure notato nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 213) quanto tempo occorra perchè l' acqua marina si concentri a segno da cominciare a formar sedimenti. I mezzi di riparare ai danni di queste ultime sostanze che formano vere e forti incrostazioni possono dividersi in quattro classi, secondo che o si impedisce la formazione stessa dei depositi con agenti chimici, o si ottiene questo medesimo effetto con mezzi

meccanici, oppure secondo che si ricorre a levare questi depositi con frequenza, a misura che si vanno formando anche in corso di lavoro della macchina, o che finalmente si staccano ad intervalli maggiori quando la macchina è ferma e raffreddata. Passeremo in disamina gli spedienti di ciascuna di queste classi, limitandosi solo a ricordare quelli dei quali si fosse altrove pienamente parlato.

Lo scopo degli agenti chimici è quello di mutare la natura del sale prima che si precipiti, sicchè dall'essere molto dannoso passi invece fra quelli che accennammo essere meno nocivi. Questo mezzo, che si fonda sulla legge delle doppie decomposizioni, da lunga pezza è conosciuto dai chimici ed applicato in alcuni casi comunissimi; come, per esempio, dalle lavandaie le quali non potendo sciogliere il sapone in alcune acque che contengono del solfato di calce se ne sbarazzano mutandolo in carbonato di calce, la quale trasformazione ottengono facilmente mediante i carbonati di soda o di potassa. Introducendo questi in un'acqua che contenga del solfato di calce, formasi immediatamente del carbonato di calce che si precipita e del solfato di soda che rimane disciolto. È su questo principio che fondasi la proposta fatta da Kuhlman dell'aggiunta di carbonati alcalini di cui si parla nel succitato articolo Incrostamento (pag. 166).

Siccome però l'acqua marina contiene $\frac{1}{1000}$ del suo peso di calce, volendo cangiarlo tutto in un carbonato, per potersi poscia levare il sedimento col mezzo degli acidi, la quantità di carbonato di soda necessaria ed il costo di esso sarebbero un grande ostacolo. Conviene ritenere in fatto che la spesa sia il solo motivo che impedì l'uso di questo mezzo già proposto dai chimici, attesochè snaturando interamente il solfato di calce, si è certi di ottenere un sedimento meno duro e meno aderente, che in ogni caso facilmente leverebbesi con l'acido, ma il costo della soda e quello dell'acido che dovrebbesi poi adoperare per distruggere i sedimenti, dovettero indurre a cercare un mezzo meno costoso, quand'anche non si riuscisse che a mutare lo stato fisico del precipitato.

Dispan, luogotenente di vascello in Francia, crede tuttavia potersi ottenere sufficiente effetto anche trasformando in carbonato soltanto una piccola parte del solfato sciolto nell'acqua marina, questa piccola quantità di carbonato sciolto nell'acqua delle caldaie bastando, a suo parere, ad impedire l'aggregazione molecolare del solfato che rimane. La osservazione seguente lo induce a credere bastare una quantità infinitamente piccola di carbonato per far sì che il solfato precipiti sotto forma polverulenta invece che formare una crosta come avviene ordinariamente.

Nel giugno 1834 avendo riempite le sue caldaie con acqua della fontana di Algeri, fece un viaggio sul mare abbastanza lungo per dovere sostituire acqua marina a quella dolce adoperata dapprima, e per rinnovare questa con sufficiente frequenza perchè si deponesse come al solito una crosta di solfato. Allorchè, secondo il metodo ordinario, il meccanico fece aprire la caldaia per levare i sedimenti, se ne trovarono molti sul fondo, ma formavano soltanto una specie di poltiglia, ed i pochi che aveanvi sulle altre parti non erano che una polvere bianca finissima, la quale analizzata trovossi essere molecole di solfato di calce non aggregate. Non potevasi attribuire questa mutazione di stato del sedimento se non che a sostanze sospese o disciolte nell'acqua della fontana. Queste acque, che sono limpidissime, contengono alla loro sor-

gente del carbonato di calce, ma non si può supporre che ne conservassero molto dopo arrivate alla fontana del porto. Credette quindi il Dispan doversi attribuire la non aggregazione del solfato ad una piccolissima quantità di carbonato di calce, e crede che sarebbe utile cercare con la esperienza la misura di questa quantità. Per tal fine vorrebbe che si provasse in una macchina nuova, composta di due caldaie indipendenti, l' uso del carbonato di soda nell' una e di altri mezzi nell' altra, non estraendo le acque torbide dalla prima che ogni quattro o cinque ore.

Non avendo poi avuto il modo nè il tempo di fare queste prove, lo stesso Dispan cercò di trovare un agente di basso prezzo che avesse azione sui sali della caldaia, e che potesse introdursi molto diviso, e venisse ad agire tutto insieme chimicamente e meccanicamente, portando, cioè, un cambiamento nella natura dei sedimenti, ed una perturbazione che distruggesse la omogeneità loro e impedisse che si indurissero. Egli stima avere trovato che il latte di calce possegga questa qualità. La calce tiene maggiore affinità pegli acidi che la base di certi sali contenuti nell' acqua del mare, quindi avvene alcuni che possono essere decomposti dall' acqua di calce. Tale si è il solfato di magnesia che l' acqua marina contiene nella proporzione di 2$^{chil.}$,214 per ogni botte. La calce agirà adunque in modo da aumentare il sedimento di solfato di calce, quindi sembrerebbe che le incrostazioni dovessero aumentare. Avviene nullameno il contrario, lo che dee attribuirsi alla magnesia che rimane sospesa ed allo stato moleculare del solfato di calce precipitato mediante una reazione chimica.

Fece il Dispan una prima esperienza della calce per 60 ore di fuoco in una delle caldaie della barca il *Tenaro*, che conteneva 16 tonnellate circa di acqua. Allorchè la macchina fu in moto iniettò 15 chilogrammi di calce diluiti in 7 ad 8 volte il loro peso di acqua, e rinnovò questa iniezione ad ogni otto ore. Nell' altra caldaia in cui non erasi posta la calce continuaronsi a fare le sottrazioni di acqua dal fondo ogni due ore. In quella che conteneva la calce non fecesi la stessa estrazione che ogni quattro ore soltanto. Allorchè s' apirono le due caldaie quella che aveva ricevuto la calce non presentava alcun incrostamento, e il deposito era bensì considerevole, ma in istato di poltiglia che avrebbe potuto benissimo passare pei tubi di estrazione. Nell' altra caldaia le superficie di riscaldamento poste immediatamente al di sopra dei focolari avevano una crosta grossa un millimetro; quella che copriva le altre parti della caldaia era per $\frac{2}{7}$ meno grossa, ma generale sul dinanzi e quasi nulla nella parte posteriore.

Questo risultamento superando le speranze dal Dispan concepite lo indussero a continuare le sue indagini, e volle altresì provare ad introdurre il latte di calce ogni dodici ore soltanto. Dopo 15 giorni di fuoco avendo visitate le caldaie trovò che non erano affatto scevre d' incrostazioni nella loro parte anteriore; ma che queste non avevano che circa $\frac{1}{15}$ della grossezza cui sarebbero pervenute se l' espediente per impedirle si fosse limitato alla sola estrazione dell' acqua. Riuscì quindi facile il nettare queste caldaie, operazione che per solito richiede un tempo assai lungo, di cui, per esempio, assai di raro potevano disporre le barche che navigano sulle coste d' Algeri, ciò che spiega il cattivo stato delle caldaie di quelle barche, ed anche della maggior parte di quelle per le quali fecesi ogni sforzo per diminuire con altri mezzi i guasti che produce la grossezza di un deposito che conduce così male il calore.

Anche la precauzione di mantenere sempre un poco acide le acque di alimentazione delle caldaie può recare un vantaggio chimicamente, giovando a prolungare la soluzione dei depositi fino a che mutinsi interamente le acque. L' uso immediato tuttavia dell'acido è dannoso in quanto che agisce sul metallo e lo corrode lentamente. Torna più utile adoperare dell'allume ammoniacale, il quale lascia poco a poco libera una piccola proporzione di acido che basta a mantenere disciolti per sei o sette giorni i sedimenti, scoricandosi dopo quel tempo l' acqua pel fondo col che le caldaie non corrono alcun pericolo.

Gli agenti meccanici sono quelli che senza avere azione chimica, almeno sensibile, impediscono, o per lo meno ritardano, il deporsi dei sedimenti, ciò che fanno in due guise, vale a dire, o mantenendo l'acqua agitata o aumentandone la densità, così che tenga con più facilità meccanicamente sospese le sostanze che tendono a precipitarsi.

Nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 214) si è detto nelle macchine ad alta pressione non formarsi sedimento che sulle pareti non coperte di acqua, e questo effetto si attribuisce appunto alla agitazione che prova l' acqua stessa continuamente. Dietro a questo esempio fecesi la proposta dallo Smith di coprire con ritagli metallici la parte esposta al fuoco, come accennossi nell'articolo Incrostamento (T. XIV, pag. 166).

Al secondo modo di agire meccanicamente sull' acqua si riferisce l' uso delle patate, onde parlossi nell' articolo Caldaia nel Dizionario (T. III, pag. 234) ed in quelli di questo Supplemento Caldaia (T. III, pag. 22) ed Incrostamento (Tomo XIV, pag. 165), l' uso del carbone accennato nell' ultimo dei suddetti articoli (pag. 167), e finalmente quello dell' argilla, dei cui vantaggi si è ivi pure a lungo tenuto discorso. Alcuni però mettono in dubbio l' azione di quest' ultima e forse gioverebbe combinarne l' uso con piccola dose di carbonati alcalini o di altre sostanze, sicchè l' effetto fosse in parte chimico ed in parte meccanico. Un inconveniente però che si rimprovera all' argilla è quello che se passa dell' acqua dalla caldaia nei cilindri trascinata dal vapore, come spesso succede, questa passando pegli apparati distributori e per le valvule della tromba ad aria può produrre ingorghi tali da impedire l' ingresso o la uscita del vapore o per lo meno da sospendere l' azione delle valvule e per conseguenza quella delle trombe che da essa dipende.

Il nettamento contemporaneo alla formazione dei depositi si fa levando ad ogni qual tratto una certa proporzione dell' acqua che è sul fondo, o col semplice aprire di un robinetto se la pressione interna supera alquanto la esterna, o diversamente con trombe che tolgano questa acqua medesima. Di questa disposizione si è parlato negli articoli di questo Supplemento Barca (T. II, pag. 214) ed Incrostamento (T. XIV, pag. 161, 165), nei quali pure si è descritto un misuratore, che indicando il grado di addensamento dell' acqua, indica quando occorra estrarne una parte: si è detto come alcuni abbiano proposto di mutare continuamente una tal porziona dell' acqua da impedire che si concentri mai tanto da riuscire nociva; finalmente come si abbia cercato di raccorre e profittare del calore che trae seco questa acqua. Siffatti spedienti, come si è ivi avvertito, non sono però necessarii, eccetto chè quando si adoperi acqua marina od altra che fosse carica come quella eccessivamente di sali.

L' ultimo mezzo finalmente di evitare il danno dei sedimenti è quello di sospendere

ad intervalli più o meno lunghi il lavoro della caldaia, e di levarvi i sedimenti che vi si sono formati, ciò che si fa in varie guise, secondo la quantità, e la natura di questi sedimenti medesimi. In generale lo snettamento si fa scaricando l'acqua ancora calda, perchè ne porti seco la maggior parte; poi levando le croste col raschiatoio od a colpi di scalpello, secondo la loro durezza. Alcuni credono far meno danno alle caldaie adoperando acidi deboli per istaccare queste croste, quando sieno di tal natura da venir intaccate da essi; altri finalmente prevalgonsi della inuguale dilatazione che produce il calore su queste croste e sul metallo, riscaldando quello a secco, poi raffreddando improvvisamente col gettarvi dell'acqua per far iscrepolare le croste. Ci siamo limitati a ricordare qui questi mezzi perciò che si trovano indicati più a disteso negli articoli Caldaia del Dizionario (T. III, pagina 234) e di questo Supplemento (Tomo III, pag. 222), non che in quello Incrostamento più volte citato (T. XIV, pag. 161.)

Un fenomeno particolare che presentasi in tutte le barche a vapore a bassa pressione è il tremito che vi si nota dopo accesi i fornelli. La sua durata varia da 20 a 30 minuti, ed è più o meno grande, come pure più o meno forte, secondo che le macchine rimasero in quiete più o meno a lungo, che cadde più o meno pioggia in questo intervallo, che la temperatura è più o meno fredda, secondo che, in una parola, è più freddo ed umido l'apparato. Questo tremito è il più forte possibile dopo nettati i canali del fumo ed il camino, essendo tanto grande in tal caso da incutere timore a quelli che non vi sono abituati. Il primo effetto del tremito è quello di cagionare sensibilissime vibrazioni in tutte le parti dell'apparato che si comunicano anche alla nave, con tale rumore che lo si intese talvolta fino alla distanza di 300 metri.

Questo tremito nuoce alla corrente ed impedisce la formazione del vapore. Mentre consumasi inutilmente il combustibile, la fiamma dei fornelli, che prima innalzavasi fino alle superficie di riscaldamento e s'inclinava dall'innanzi all'indietro per prendere la direzione dei canali del fumo, retrocede, muovesi verticosamente, ed esce per la parte dei focolari che si è costretti di aprire, affinchè il fumo non riempia la stanza dove è la macchina, donde ne vengono perdite di tempo e di calore. Le cagioni di questo fenomeno non sono ancora ben determinate, ma Barbotin, capitano di corvetta, fece alcuni sperimenti ed osservazioni, i quali lo condussero a dare le regole seguenti per evitare i sinistri effetti di esso:

1.° Si otterrà del vapore senza che producasi il tremito, se si avrà la precauzione di non accendere prima che alcuni fornelli, come sarebbe, per esempio, quattro se vene ha sei, poi gli altri successivamente; il tremito si produrrà solo al momento in cui si apriranno i cenerai degli ultimi focolari.

2.° Questo tremito non avrà in tal caso alcun cattivo effetto, e volendo liberarsène basterà socchiudere la porta di questi cenerai. Evitando in tal guisa il tremito ottiensi più presto la tensione necessaria per porre in moto la macchina, avendovi inoltre risparmio di combustibile.

Nell'articolo Barca (T. II del Supplemento, pag. 215) si parlò di quanto riguarda le particolarità relative al fucolare ed al camino delle barche, non che ai modi di attirar la corrente. Per le cause che possono mettere a repentaglio la sicurezza delle caldaie non possiamo che rimandare a quanto è detto negli articoli *Macchine a* Vapore ed Esplosione.

Nell' articolo Macchine *a vapore* del Dizionario (T. XIV, pag. 133) si è detto collocarsi la macchine alla metà della barca e si notò quanto importi disporre con la dovuta solidità la intelaiatura, sicchè le vibrazioni si trasmettano meno che sia possibile allo scafo ; si disse come si fosse cercato di fare in modo che le macchine trovassero il loro appoggio in sè stesse ; ma, a quanto sembra, senza il desiderato successo. Una buona intelaiatura per le macchine sulle barche dee avere le seguenti qualità :

1.° Non appoggiarsi che sulle parti fisse delle macchine ed essere di estrema rigidezza ;

2.° Essere quanto più leggera è possibile, il peso riuscendo nocivo alla nave ;

3.° Collegare insieme le diverse parti del meccanismo affinchè nel movimento non perdano le posizioni relative.

Una delle migliori disposizioni è quella che presenta in alzata due piani di colonne, le inferiori delle quali, che sono due per parte, sieno gettate isolatamente, mentre invece le due superiori sieno unite a quella parte della ossatura che va a legarsi col condensatore e col cilindro a vapore. Legansi insieme queste colonne e i due lati della ossatura con croci di Sant' Andrea o con archi opportunamente disposti, attraversati da parte a parte da forti chiavarde che li tengono alla voluta distanza. Questa disposizione ha il grande vantaggio di non essere molto pesante ed abbastanza solida, pel che si adopera molto generalmente.

Uno dei caratteri che principalmente distingue le macchine delle barche dalle altre si è la bassezza del cilindro in proporzione al suo diametro, cioè la minore lunghezza della corsa, la quale è una conseguenza necessaria della non molta altezza che può accordarsi allo spazio in cui lavorano queste macchine. Sovente però si cerca di esimersi da questo difetto o forando il ponte in guisa che le aste degli stantuffi possano alzarsi al di sopra di esso, od anche, come fanno principalmente gli Americani, collocando interamente la macchina al di sopra del ponte. Questo bisogno inoltre di limitare la corsa varia secondo il modo come trasmettesi il moto, o col mezzo di leve in bilico o direttamente, e secondo che dispongonsi i cilindri stabili od oscillanti, verticali, inclinati od orizzontali, nel qual ultimo caso può farsi la lunghezza della corsa quale si brama. Per dare adunque una idea delle disposizioni diverse che si danno alle macchine a vapore nelle barche, conviene considerare in quale maniera trasmettano la loro azione ai meccanismi di spinta, e ciò appunto faremo, specialmente in riguardo alle ruote a pale che sono tuttora il congegno più adoperato, rimettendo ed indicare, ove occorra, il modo di trasmettere il moto agli altri mezzi di spinta quando ci occuperemo di essi in particolare.

La trasmissione del moto alle ruote si fece talvolta adottando macchine a vapore rotatorie applicate immediatamente sull' asse delle ruote medesime ; ma i molti ostacoli che si oppongono alla buona costruzione di siffatte macchine e la prontezza con cui cessano di dare utile effetto le fece abbandonare generalmente. Un esempio di questo modo di trasmissione citossi nel presente Supplemento all' articolo Barca (T. II, pag. 212).

Attenendosi quindi alle macchine a moto rettilineo alternativo si cercò di mutare questo in rotatorio continuo o col mezzo di seghe dentate e rocchelli, come vedemmo essersi proposto fino da Papin (pag. 456), o con altri di quei congegni imaginatisi per questo effetto che vennero descritti all' articolo Movimento ; ma la poca solidità di questi

meccanismi, e massime degli ingranaggi per vincere la resistenza, spesso grandemente variabile da un istante all' altro per l'urto dei flutti, lo strepito e gli scuotimenti dannosi alla barca che ne venivano, fecero sì che a tutti si preferisse l'uso del manubrio, piegando l'asse a gomito in uno o due punti, e adattando ai manubri così formati spranghe le quali alternatamente movendosi li menassero in giro. È questo il metodo oggidì generalmente adottato, ed in ciò solo può stabilirsi una differenza, secondo che l'asta dello stantuffo motore agisce indirettamente o direttamente su questo manubrio.

Siccome può vedersi appunto nell' articolo Manubrio, perchè il moto di questo abbia luogo con facilità, e sia minore la perdita per l'azione laterale che si produce, e che tende ad accrescere considerevolmente gli attriti contro i pernii o contro le guide dei pezzi a moto alternativo o rettilineo, giova dare molta lunghezza alla spranga che li conduce, affinchè riesca meno obliqua nel girare di essi. Per altra parte la poca altezza che rimane dal fondo della barca al di sotto dell'asse a gomiti che porta le pale, lascia ordinariamente poco più luogo di quello che occorre per capirvi il cilindro e l'asta di esso portata alla maggior sua elevazione. Perciò uno dei mezzi più comunemente adoperati nelle barche si è quello di far uso di leve in bilico poste al basso della barca, cioè verso il fondo della macchina, le quali da un capo si collegano a due spranghe pendenti ai lati del cilindro da una traversa portata dall'asta dello stantuffo, e dall'altro capo tengono imperniata una spranga, l'altra cima della quale va ad abbracciare con guancialetti il manubrio dell' asse delle ruote. Questa disposizione, come ben si vede, è in fondo quella medesima delle macchine stabili di Watt, con la sola differenza che si è posta la leva in bilico nella parte inferiore, mentre sarebbe stato difficile porla di sopra. Le figure 2 e 3 della Tav. CII delle *Arti meccaniche*, rappresentano in alzata ed in pianta questa disposizione. Tutta la macchina è montata sopra una piastra di imbasamento A, ed a poca altezza al di sopra di essa vi sono due leve in bilico B, una per ciascuna parte del cilindro, poste quanto più basse è possibile. La comunicazione fra l'asta dello stantuffo e le leve in bilico si fa mediante una traversa C, donde pendono le due spranghe D. La cima dell' asta dello stantuffo è guidata nel suo moto verticale talvolta da scanalature in cui scorrono le cime della traversa, tal altra da un sistema di paralellogrammo G. Dalla leva in bilico trasmettesi il moto al manubrio H dell' asse I, mediante la spranga E, che si dice a traversa od a T rovescio. L' asse motore è portato sopra un telaio composto della ossatura F che collegasi col cilindro perchè riesca più solido. In L vedesi uno degli eccentrici destinati a muovere le valvule a sdrucciolo per la distribuzione del vapore. La stessa leva in bilico B trasmette il moto alla tromba ad aria, a quella di alimentazione, non che alle trombe destinate a mantenere asciutta la barca, ed anche, se occorre, a sottrarre dell'acqua dal fondo della caldaia per impedire la formazione delle incrostazioni.

Abbiamo detto l'asta dello stantuffo essere guidata nel moto suo verticale, talvolta da un Paralellogrammo. È questo fondato sugli stessi principii e costruito presso a poco nel modo medesimo di quello di Watt per le macchine a rotazione che venne descritto a quella parola. Ne differisce tuttavia per alcuni particolari, i quali crediamo necessario di indicare. Nella fig. 4 della Tav. CII delle *Arti meccaniche* sia O il centro di oscillazione della leva in bilico che abbia per

lunghezza *o* A, e per oscillazione l'arco A' A"; sieno B B', B" le posizioni della testa dell'asta dello stantuffo a vapore corrispondenti alle tre posizioni O A. O A', O A", della leva in bilico: uniscansi A B, A' B', A" B". Vi sono due casi: 1.° o i bottoni dei porta-guide sono posti sul piano orizzontale che passa pel punto B, come nei paralellogrammi di Watt; 2.° oppure i pernii di queste guida sono posti in un piano orizzontale al di sotto di B. Nel primo caso segnasi il paralellogrammo coma quelli di Watt, e per una lunghezza uguale alla metà di O A, l'asse dei pernii delle guide passa pel punto B. Nel secondo caso, che è più frequente per le ragioni che diremo in appresso, segnasi bensì il paralellogrammo come nel primo caso, ma l'asse dei pernii delle guide è cangiato, coma vedremo.

Sia x-y il piano orizzontale dei pernii delle guide, il qual piano incontra in C la spranga pendente B A. Prendansi C' A' e C" A", uguali a C A; sia A *a* la lunghezza del paralellogrammo; se lo farà prendendo C b = A a; ed unendo a b. La leva in bilico essendo in O A', A B viene in A' B' e b in b', alla intersezione degli archi di circolo descritti dai punti a'' e C', come centri coi raggi a b e C b. Conoscendo i tre punti b b' b'', descritti dalla estremità mobile della guida, ottiensi l'asse dei pernii dei porta-guide, determinando il centro O' di questo arco; O' b rappresenta allora la lunghezza delle guide, quella delle contro-guide essendo C b = A a. In generale, per motivi che diremo parimenti più innanzi, la lunghezza del paralellogrammo è maggiore cha non sissi supposta, avvicinandosi in generale a 0,75 O A. In tal caso il punto O" asse dei pernii delle guide, trovasi all'interno e molto vicino all'arco descritto dalla cima del paralellogrammo.

Spiegheremo adesso per qual motivo siasi abbassato il piano dei pernii delle guide ed allungato il paralellogrammo. Non avvi in siffatte macchine alcun punto all'esterno dell'apparato cui possansi facilmente legare le guide, mentre invece nell'interno avvi una ossatura la cui parte superiore che lega il cilindro all'asse motore, conviene perfettamente per sostenere quelle guide. Il disopra di questo telaio essendo a piano inclinato, come vedesi nella figura, se ne avvicina l'asse O", abbassando il piano di esso ed allungandone il paralellogrammo.

Per lo più è dato il punto O", ed allora determinasi quello C mediante una orizzontale, ed il punto a con tre archi di circolo descritti dai punti g', g'', col raggio A C.

La macchina delle fig. 2 e 3 è della specie di quelle che diconsi ad azione indiretta, perciò che, come si vede, l'azione viene trasmessa col pezzo interposto della leva in bilico. Talvolta variossi la forma di questa leva, facendo in modo che le due braccia di essa facessero fra loro un certo angolo, od altrimenti; ma la disposizione indicata è quella adottata quasi universalmente. Ha i vantaggi, come già notossi all'articolo Barca, di presentare un perfetto legame fra tutte le parti, che riescono con ciò molto solide; ma non manca altresì di alcuni difetti, fra i quali citeremo specialmente il molto peso e la facilità che avvengano rotture nelle parti che trasmettono il moto per la difficoltà di conservarle nello stesso piano teorico del movimento. Perciò cercasi da qualche tempo di sostituirvi macchine ad azione diretta, nelle quali, cioè, l'aziona dello stantuffo trasmettasi direttamente con isprangbe al manubrio dell'asse delle ruote, senza leva in bilico.

I vantaggi più notevoli di questa seconda specie di macchine, cioè di quelle ad aziune diretta sono i seguenti:

1.° *Economia dello spazio.* Nella fregata a vapore la Gorgona due di queste macchine non occupano che una metà dello spazio che sarebbe stato necessario per due macchine a leva in bilico della ordinaria costruzione.

2.° *Diminuzione del peso.* Le due macchine della nave anzidetta pesano un 25 per o/o meno di quelle con la leva in bilico.

3.° *Maggiore sicurezza.* La semplicità delle disposizioni e la diminuzione della quantità delle parti mobili scemano necessariamente le probabilità di accidenti, non che le cause di logorio e di guasti.

4.° *Meno pericolo pei macchinisti.* Non essendovi leve in bilico o spranghe laterali in moto, si può girare intorno alla macchina senza il menomo pericolo, ciò che non è con le macchine solite.

5.° *Mancanza totale di vibrazione.* La causa delle vibrazioni che osservansi nelle barche a vapore è dovuta all' azione delle leve in bilico e delle spranghe laterali che cagionano un grande scuotimento in tutta la barca, il quale non ha luogo nelle macchine ed azione diretta.

6.° *Migliore applicazione della forza motrice.* Risulta questa dalla mancanza di una enorme massa di materiali che devono porsi in moto nelle macchine a leva in bilico, dalla diminuzione di molte snodature ed unioni, e dai vari punti di appoggio che cagionano una perdita notevole di forza motrice.

Convenendo nella realtà di questi vantaggi la maggior parte degli ingegneri, alcuni fecero nullameno l' obbietto che questo sistema desse luogo ad attriti maggiori. W. Pole trattò questo argomento in una memoria letta alla Società degli ingegneri civili di Londra, e dimostrò che, supponendo macchine di ugual forze, col cilindro del diametro di $1^m,65$ e della corsa di $1^m,50$, l' attrito, prendendo per unità di confronto quello che vi ha in una macchine a leva in bilico, era :

Con una macchina oscillante	di 1,1 per 100	di meno
Con una macchina ad azione diretta e guide .	di 1,8	di più
Simile con rotoli	0,5	di meno
Simile a moto paralello	1,3	di meno

differenze assai leggere, e che sembrano mostrare non avere alcun fondamento la obbiezione fattasi contro l' azione diretta.

Lasciando pertanto all' esperienza il decidere da qual parte i vantaggi superino i discapiti, quale, cioè, fra le macchine ad azione indiretta o diretta si meritino la preferenza, indicheremo alcune fra le principali disposizioni adottatesi per queste ultime.

In generale in questo sistema il cilindro a vapore è posto immediatamente al di sotto del manubrio dell' asse delle ruote a pale, e nei punti morti, l'asta dello stantuffo e la spranga che vi è unita formano una sola e medesima linea verticale. Una traversa che trovasi poste all' altezza della snodatura, e le cui estremità sono munite di rotoli e scorrono in guide, serve a mantenere verticale l' asta dello stantuffo nell' atto che la spranga prende tutti i gradi d' inclinazione adattati alla corsa del manubrio.

Le figure 5 e 6 della Tav. CII delle *Arti meccaniche*, le quali rappresentano una macchina di questa fatta costruita da Miller, varranno a darne una idea. Vi si vede in A l' asta dello stantuffo ; in B la traversa che porta i rotoli ed in C le guide, D essendo la spranga che trasmette

il moto al manubrio dell' asse delle ruote I. Un altro manubrio L trasmette il moto alla tromba ad aria. I condensatori di questa macchina estendonsi da un cilindro all' altro, e le trombe ad aria trovansi nell' interno di essi, cosicchè tutti i pezzi di ghisa della macchina non formano che una massa solida, e sono fortemente legati insieme. Questa macchina è così compatta che occupa uno spazio poco maggiore in lunghezza del diametro del cilindro.

Gli obbietti che si fanno in generale a questa sorta di macchine sono varii e non sarà inutile enumerarli.

Sta il primo nella poca estensione che può darsi alla corsa dello stantuffo, avendovi certamente un discapito pel modo di agire della spranga o del manubrio. Inoltre, quantunque non sia vero, come alcuni vorrebbero, che la espansione non possa produrre tutta la sua azione che in un cilindro di grande altezza, non si può negare per altro che una macchina in cui la corsa dello stantuffo è di moderata lunghezza agisce con più regolarità e dolcezza di una in cui questa corsa abbia piccola altezza le alternative del va e viene facendo visi in modo rapido ed a balzi È pure da osservarsi che nel caso di un cilindro corto avvi maggior perdita di vapore ai due limiti della corsa per effetto della condensazione, e che questa perdita non dee trascurarsi, attesochè, supponendo che si lasciasse in entrambi i casi lo stesso spazio morto allo stantuffo in due cilindri inuguali per altezze e per diametri, starebbe come il quadrato dei raggi di essi. Un grande aumento poi di resistenza avvi per la obbliquità della spranga, cioè per l' angolo molto maggiore di cui si allontana dalla verticale, e ciò non solo quanto alla forza consumata inutilmente in tal guisa, ma per l' attrito delle parti che soffregano le une sulle altre e per la difficoltà che vi ha nel mantenerle a limitate temperature. Le osservazioni riferite in addietro, le quali mostrano l'attrito non essere maggiore in queste macchine che in quelle a leva in bilico, non rispondono a questa obbiezione. Trattasi ivi della resistenza totale dell' attrito, la quale può bensì essere presso a poco la stessa nei vari sistemi, ma in tal caso non è più distribuita ugualmente in tutte le parti della macchina, ma concentrasi invece in alcuna di esse, producendo considerevoli guasti e logorii. Un altro gravissimo obbietto di questa specie di macchine si è la necessità di far uso di ruote a pale di maggior diametro, a motivo dell' altezza cui dee porsi l' asse a manubrio per dare una certa estensione alla corsa dello stantuffo. Il gran diametro che conviene dare a queste ruote comunica una velocità troppo grande alle pale, il che dissipa in pura perdita una gran parte della forza della macchina. Ogni qualvolta in vero v' abbia molta differenza fra la velocità della circonferenza della ruota e quella della barca ha luogo una immensa perdita di forza motrice, sollevandosi e slanciandosi una massa d' acqua considerevole all' indietro delle ruote, invece che queste vengano a trovare un appoggio abbastanza stabile sopra una acqua relativamente immobile così da permettere loro di spignere innanzi la barca. Inoltre non è certo indifferente il sollevare in tal guisa il centro di gravità della nave scemando la stabilità di essa, esponendola a provare maggior resistenza per l' effetto dei venti, aumentando i pericoli di avarie od altro. Per tutte queste ragioni le macchine costruite dietro questo sistema devono essere esposte a grandi perdite e meno vantaggiose perciò delle altre di cui parleremo in appresso. È per questo motivo che crediamo inutile parlare di altre costruite dietro questo

principio, quantunqua molto ingegnose per alcuni riguardi.

Ad oggetto di poter fare più lunga la spranga di trasmissione del moto all' asse a gomito, senza porre questo a grande altezza parecchi mezzi s' imaginarono i quali passeremo brevemanta in esame.

Con la vista di guadagnare l' altezza del cilindro alcuni, invece che attaccara la spranga alla estremità superiore dell' asta vollero attaccarla allo stantuffo medesimo, diminuendo anche con ciò lo sforzo prodotto contro le pareti del cilindro dallo stantuffo, il quale essendo tirato obliquamente alla estremità dell' asta che forma un lungo braccio di leva e premendo da una parte nel salire e dall' opposta nello scendere, tende ad ovalizzsre il cilindro. Questo attacco della spranga allo stantuffo ottennesi in due maniere. La fig. 7 della Tav. CII delle *Arti meccaniche* darà una idea della prima cha è la più semplice, inventata, a quanto sembra, da Broderip morto nel 1828, al qual tempo il colonnello D' Arcy chiese per essa un privilegio esclusivo nell' Inghilterra. Poscia nel 1835 Fr. Humphrys chiese privilegio per disposizione affatto simile da adattarsi sul Great-Western. Nella figura vedesi in A il cilindro, in B lo stantoffo, nel cui centro avvi un incavo C in cui è fermata a snodatora la spranga D D. Questa spranga vedesi rappresentata nel maggiur angolo che possa prendere durante il moto del manubrio. G E è una scatola stoppata rettangolare posta alla estremità del cilindro ed in cui scorre il cassettino cavo K K solidamente fissato sullo stantuffo, e di lunghezza sufficiente per lasciar oscillare con libertà la spranga da una parte e dall' altra della verticale. Qnesto cassettino ha una figora rettangolare, rotondata sui lati minori, come si vede nella fig. 8, e sale e scende nella scatola stoppata insiema con lo stantuffo. Un saggio fattosi di questa disposizione sulla barca il Dertford non corrispose gran fatto, a la opinione dei più distinti ingegneri inglesi è poco favorevole a questo sistema. Vi si notano parecchie imperfezioni che giustificano questa opinione. Le principali sono le seguenti:

1.° Il cassettino ha una sezione che si valuta a $\frac{1}{16}$ della soperficie dello stantuffo; per consegoenza la macchina ha $\frac{1}{16}$ di forza di meno quando lo stantuffo discende che quando ascende;

2.° Questa diminuzione nella forza comincia, a causa della precessione delle valvole, precisamente al punto in cui il manubrio giugne al punto morto superiore, non potendosi superarlo con quella vivacità come si fa solitamente.

3.° Il manubrio giugne parimenti con diminuzione di velocità al secondo punto morto che supera egualmente con poco vigore;

4.° La irregolarità del movimento del meccanismo è un grande inconvenienta nelle macchine marittime che non hanno volante, a nelle quali interessa che il moto della barca sia perfettamente regolsra se si vuole ottenere la massima velocità cun la minor forza possibile;

5.° L' introdursi nel cilindro ad ogni corsa un corpo freddo e a contatto con l' aria nel suo interno, produce una enorme condensazione che consuma in pura perdita una grande quantità di vapore a di combustibile.

6.° È molto più difficile evitare le dispersioni sopra una estensione ugoale a quella del perimetro del cassettino di quello che con la sola asta dello stantuffo. Le scatole stoppate devono quindi essere più grandi, strette con maggiore forza e per cooseguenza avvi maggiore attrito ed ona perdita di forza tanto nell' ascendere che nel discendere dello stantuffo.

7.° Lo stantuffo non agisce sulla spran-

ga e sul manubrio con tutta la sua forza d' impulsione che in vicinanza alla verticale. In ogni altra posizione avvi una decomposizione di forza ed una perdita proporzionale alla lunghezza del braccio del manubrio;

8.° La costruzione è costosa essendovi un maggior numero di pezzi torniti, di unioni ed altro;

9.° I riattamenti dello stantuffo, dei guancialetti ed altre parti di attacco della spranga, e la vigilanza e manutenzione di queste parti sono molto più difficili che nel solito modo.

Un sistema analogo a questo, scevro bensì d' alcuni dei suoi difetti, ma per altra parte soggetto ad alcuni maggiori, è quello proposto da Legendre, che consiste in una spranga cilindrica attaccata allo stantuffo nel modo medesimo detto di sopra, con isnodatura, ma la cui parte superiore iscorre in una scatola stoppata che cammina a tenuta lungo il coperchio, permettendo ugualmente così alla spranga di inclinarsi più o meno alla verticale, essendo la scatola stoppata stessa foggiata opportunamente a tal fine. Ognuno vede di quanta difficoltà ed imbarazzo divenga il conservare la mobilità in senso laterale a questa scatola stoppata senza alterare la tenuta pel vapore.

In modo assai migliore ottennesi lo stesso effetto, di potere cioè fare la spranga di comunicazione tanto più lunga quanta è l' altezza del cilindro, disponendo spranghe pendenti lateralmente dello stantuffo, lunghe alquanto più dell' asta dello stantuffo medesimo, ed attaccando alla cima inferiore di esse a snodatura le spranghe che devono comunicare il moto al manubrio. Di tal fatta è la disposizione che vedesi rappresentata nelle fig. 1 e 2 della Tav. CIII delle *Arti meccaniche* imaginata da B. Napier e perfezionata da Bury e compagni, che la adattarono sulla barca il Nimrod: ne daremo una breve descrizione.

A, cilindro a vapore; B tromba ad aria; C valvula distributrice; D scanalature che servono a guidare le cime delle spranghe laterali. Il condensatore è separato da un diaframma in due capacità che possono, mediante una valvula, farsi comunicare insieme o separarsi; G valvula che regola la espansione; J traversa dello stantuffo delle spranghe interne; K traversa che unisce insieme le spranghe esterne; L spranghe interne; M spranghe esterne; N colonne dell' intelaiatura; Q traversa della tromba ad aria; R spranga che dà il moto alle trombe; S guide delle aste di queste medesime trombe; T manubrio od altro pezzo intermedio per far agire la tromba ad aria; U tubo pel quale giugne il vapore; V braccio del manubrio; W asse del manubrio; X imbasamento; *a b c d e f g*, sistema di leve e di contrappesi per regolare la valvula di espansione; *l k* intelaiatura di legno che porta la macchina; *n* asta della tromba ad aria.

Una macchina molto analoga venne costruita da Fawcett, che la adattò sulla barca di nome Queen.

Questo medesimo effetto, ma con mezzi più complicati, ottennero il Maudslay e Field in due maniere diverse. Consiste la prima nel disporre due cilindri, i quali agiscano insieme per l' azione del vapore, ed abbiano collegate insieme le cime delle loro aste da una traversa, dal mezzo della quale discenda un braccio che cada in mezzo dai due cilindri e riceva al basso la cima della spranga che fa girare il manubrio. Opportune guide disposte sui fianchi dei cilindri mantengono in direzione verticale durante il moto il braccio della traversa anzidetta. Se da un lato questi due cilindri presentano alcuni vantaggi per la maggiore facilità di lavorarli

quando trattisi di macchine di grande potenza o vogliasi approfittare molto della espansione, e dare perciò ai cilindri grande capacità, è dall'altra innegabile aversi a confronto molti discapiti, e pel prezzo maggiore della macchina, e per la più estesa superficie che presenta alla irradiazione, per l'aumento che vi ha degli attriti.

Inoltre tutti i meccanici sanno quanto sia difficile il far agire perfettamente contemporanee due macchine, quantunque simili affatto apparentemente in ogni loro parte, e se uno di questi cilindri avesse maggior forza dell'altro si vede quanta irregolarità di azione ne verrebbe, quanto crescerebbero gli attriti in forza degli stiramenti obliqui che si produrrebbero, con perdita notevole di forza e guasto della macchina. Avverrebbe lo stesso se l'ingresso del vapore e la uscita non si facessero esattamente al punto medesimo in tutti due questi cilindri, venendone scosse dannose certo all'effetto dell'insieme del meccanismo. Siccome occorrono due cilindri per ogni macchina, così nelle barche in cui ve ne ha due, sarebbero quattro cilindri motori. Siccome poi in ciascuna coppia questi cilindri devono esser posti l'uno dinanzi l'altro ed a qualche distanza per lasciare spazio alla spranga che dee inclinarsi, ne segue che occupano anche molto luogo nel senso della lunghezza della nave, che è quello in cui più importa economizzare lo spazio. Di fronte poi a tutti questi svantaggi è da porsi la osservazione che questo meccanismo non dà un effetto superiore per verun conto a quelli a spranghe pendenti ed a un solo cilindro onde abbiamo parlato.

Meno ancora può approvarsi un altro sistema proposto dagli stessi meccanici, e che qui citiamo piuttosto per la storia delle macchine e della navigazione a vapore di quello che altro. Soggerivano di fare due cilindri concentrici con uno stantuffo di forma anulare, sicchè rimanesse nel mezzo uno spazio cilindrico vuoto che liberamente comunicasse con l'aria esterna. Due aste fisse sullo stantuffo anulare e che passavano per iscatole stoppate portavano una traversa da cui sceodeva un braccio che camminava nella cavità interna, ed al basso del quale era unita con isnodature la spranga che doveva condurre il manubrio. Ognun vede quanto per tal guisa crescesse la difficoltà di esecuzione della macchina e degli stantuffi, quanto più grande avesse a farsi il cilindro all'esteroo per ugual forza, crescendo così la spesa, la difficoltà di esecuzione e l'ingombro, finalmente quanto avesse a nuocere il contatto con l'aria del cilindro interno, esposto contemporaneamente al vapore.

Forster adottò il sistema di Maudslay a due cilindri, ma li dispose invece arrovesciati, cioè con le scatole stoppate all'ingiù, adattando allora direttamente sulla traversa che legava le loro aste, la spranga che va al manubrio. Se per tal modo avevansi alcuni vantaggi, la incomoda disposizione dei cilindri esorbitantemente gli compensava. Ad ogni modo sussistono per essa tutti gli obbietti che si notarono per quella di Maudslay.

Un mezzo più semplice molto di eludere le difficoltà che abbiamo veduto insorgere contro l'uso delle macchine ad azione diretta nelle barche dalla poca altezza che queste presentano fra il fondo della barca e l'asse delle ruote, consiste nel disporre i cilindri inclinati, come fece Hill nella macchina della barca a vapore detta prima, il *Mammoth*, poscia la *Great-Britain*, macchina destinata in vero ad essere mossa con l'elice, ma che basta a dare esempio potersi questo espediente adoperar con profitto anche nel caso che si abbiano a muovere le ruote.

La disposizione dei cilindri orizzontali

presterebbesi ancora meglio a tale scopo, come notossi fino dal principio di questo articolo. Non si vedono però quasi mai adottati, e ne è forse il motivo il molto spazio che occuperebbero in lunghezza. Ne pare tuttavia non dovesse riuscir difficile disporli o al disopra del ponte o nella grossezza di quello, o meglio al di sopra della caldaia, in tutti i quali modi lo spazio da essi occupato sarebbe di assai poco danno. L'uso dei cilindri orizzontali in alcune macchine stabili e nelle locomotive tranquillizzano sul timore che quella disposizione nuoca, alterando la forma dei cilindri medesimi.

Non è pure in alcuni casi da disprezzarsi il ripiego adoperato da altri di far sì che partano in qualunque modo dall'asta due spranghe, le quali, passando lateralmente all'asse delle ruote, e salendo ad una certa altezza, lascino poi scendere la spranga che dee agire sul manubrio. Di tal genere è la macchina imaginata da Napier e da lui stesso fatta eseguire, che vedesi nella fig. 3 della Tav. CIII delle *Arti meccaniche*, nella quale lo stantuffo *a* tiene due aste *b b*, ciascuna con la propria scatola stoppata *c c*, e che vanno a legarsi insieme a molta altezza con una traversa *d*, dalla quale discende la spranga e che muove il manubrio *f*, dell'asse *i* delle ruote a pale. Dalla stessa traversa *d* discende un'altra spranga *g*, che operando sulla leva in bilico *h*, dà il moto alla tromba ad aria *m*; *l* sono le valvole distributrici del vapore. In alcuna di queste macchine invece che adattare allo stantuffo due aste, assicurasi alla cima dell'unica asta di esso una specie di grande forcella, curvata in modo da lasciar che vi giri per entro il manubrio, e le cui cime prolungate all'insù vadano a prendere la parte superiore della spranga pendente che dee condurre in giro questo manubrio medesimo.

I difetti di questo sistema consistono nella grande lunghezza delle aste degli stantuffi che per non piegarsi devono essere molto forti, o che si è costretti di far passare entro collari per impedire che si pieghino, ed obbligarle ad agire sempre in direzione verticale; l'aumento di attrito che risulta da questa disposizione e che è facile calcolare; finalmente l'incomodo di avere sul ponte, oltre al camino, un'altra piramide rettangolare che occupa molto spazio, incomoda per le manovre e pel carico, che innalza il centro di gravità, da presa al vento ed altro. Questa sorta di macchine non si adopera pertanto che sui fiumi o canali.

Nell'America, in questo ultimo caso, mettesi sovente tutta la macchina al di sopra dell'asse delle ruote, dando poi il moto a questo con ispranghe pendenti, secondo l'antica disposizione di Maudslay che abbiamo descritta all'articolo *Macchine a* Vapore (T. XIV del Dizionario, pag. 74) e disegnata nella Tav. LXVIII delle *Arti meccaniche* di quella, fig. 1 e 2. E però a riflettersi come quasi tutte le macchine in America sieno ad alta pressione, senza condensatore, e perciò assai più semplici e più leggere di quelle adoperate comunemente in Europa.

Finalmente in alcune macchine ad azione diretta si dispose il cilindro in guisa che potesse oscillare intorno a pernii disposti alla metà, od anche talvolta alla parte inferiore di esso, seguendo l'asta in tal guisa il manubrio e spingendo direttamente contro di esso. Convengono queste macchine principalmente alla navigazione dei fiumi e dei canali poco profondi, a motivo della estrema semplicità che rende il loro peso non molto grave. All'articolo Macchine *a vapore* nel Dizionario (Tomo XIV, pag. 85) notaronsi alcuni inconvenienti di queste macchine, e nell'articolo Barca *a vapore* in questo Supple-

mento (T. II, pag. 212), vedemmo come slensi applicate alle barche principalmente da Maudslay e da Cavè, e quali vantaggi sienvisi riconosciuti. Quello in che tutti convengono si è non poter convenire queste macchine per la navigazione marittima, nè per le barche di grande portata, imperocchè quando la potenza diviene alquanto considerevole producono meno effetto utile delle macchine stabili, tanto per lo sfregamento dei pernii cui dee darsi una massa considerevole, come per la quantità di forza viva acquistata nel movimento dal cilindro, e che deesi distruggere ad ogni mezza oscillazione.

Una importante avvertenza generale relativamente alle macchine per le barche, si è che suolsi sempre disporne due, facendo che ciascuna di esse agisca sopra un manubrio dell'asse delle ruote. Questi manubri sono ad angolo retto in guisa che quando l'uno corrisponde al punto morto di una delle macchine, l'altro si trova nel massimo di azione dell'altra, così che rendesi inutile l'uso di un volante. Alcune barche tuttavia, massime fra quelle più piccole, munisconsi di una macchina sola, avendo l'avvertenza di fermarle sempre alla metà della corsa dello stantuffo, cioè nel punto in cui l'asta di questo agisce con la massima forza, e di porle in azione con una certa rapidità, tanto che arrivino a superare il punto morto e a mantenersi in moto. Se per qualsiasi accidente si fermano ad un punto morto o non giungono a superarlo di proprio impulso, conviene aiutarle girando con leve le ruote a pale od altrimenti, ciò che riesce luogo, incomodo e faticoso. Gli Americani, che adoperano più spesso di noi queste macchine uniche, adattano talvolta pesanti masse di metallo alla circonferenza delle grandi ruote a pale, sicchè producano l'effetto di un volante. Ognun vede però quanta più robustezza occorra in tal caso dare alla ruota perchè resista alla forza centrifuga che questi pezzi producono, e come debbano cagionare perdite di forza e per la resistenza che oppongono al primo loro movimento, e per l'aumento di attrito sui pernii che risulta necessariamente dal loro peso.

Le altre parti delle macchine a vapore non differiscono gran fatto da quelle delle stabili, eccettochè pel modo come sono disposte che variasi all'infinito, secondo le circostanze e le idee di ciascun costruttore. Solo è a notarsi che in alcune barche si è fatta un'utile aggiunta mediante la quale il timoniere può, stando al suo posto, allentare o comunque regolare il moto della macchina, i vantaggi della quale disposizione notaronsi nel più volte citato articolo BARCA di questo Supplemento (T. II, pag. 216.)

Un'altra modificazione utile per tutte le *Macchine a* VAPORE in generale, come videsi a quella parola (T. XIV del Dizionario, pag. 121), acquista speciale importanza nel caso della navigazione a vapore, ed è la condensazione pel raffreddamento delle pareti all'esterno invece che per iniezione. Si è detto nel luogo sopraccitato come questa innovazione rechi grande risparmio di forza, potendo farsi una tromba ad aria molto più piccola, perciò che non entra nuova aria con l'acqua della iniezione. Il vantaggio di poter raccogliere tutta l'acqua prodotta dalla condensazione del vapore e riportarla in caldaia sarebbe prezioso nelle macchine che navigano sul mare, le quali verrebbero ad agire così con acqua distillata, evitando quei depositi ed incrostazioni che cagionano tante cure, imbarazzi ed anche pericoli, come abbiamo veduto. Ciò è tanto più facile in questo caso in quanto che si ha nel mare stesso un grande serbatoio ed inesausto di acqua fredda. Siccome pel buon effetto delle macchine interessa che

la condensazione si faccia quanto più prontamente è possibile, così importa dare a questi refrigeranti molta estensione di superficie, e poca grossezza allo strato di vapore che vi perviene. Facevasi a questi apparati l'obbietto che dovendo resistere alla pressione atmosferica esterna sul vuoto interno conveniva farne le pareti assai grosse, il che era direttamente contrario al pronto equilibrarsi della temperatura ed alla istantaneità della condensazione. Il refrigerante di questo genere da noi esperimentato, e che venne descritto all'articolo sopraccitato (pag. 122) ci sembra evitare questi inconvenienti, potendo mercè gl'interni sostegni farsi a pareti molto sottili ed estese. Proponevasi invece da Samuele Hall di far passare il vapore in una grande quantità di piccoli tubi, i quali, atteso il tenue loro diametro, potevano farsi molto sottili e tuttavia resistere alla pressione atmosferica. Collocavansi questi verticalmente nel luogo delle macchine a vapore marittime occupato dal condensatore, dalla vasca e dalla tromba ad aria. Accolto dapprima con favore questo apparato venne poi abbandonato perciò che i grassi adoperati per ugnere gli stantuffi e le aste di essi, giugnendovi insieme col vapore ostruivano questi tubi. Il condensatore da noi proposto sarebbe certo meno soggetto a questo inconveniente presentando in complesso una sezione più ampia e più difficile ad ostruirsi. Forse potrebbersi separare i vapori grassi, od almeno la maggior parte di essi, con un primo raffreddamento in un condensatore più ampio, ma ad ogni modo poi non sarebbe gran peso il dover di tratto in tratto nettare questo condensatore con soluzioni alcaline fattevi scorrere. Una buona idea è quella proposta da Persons di adoperare per fare questi condensatori lamine scanalate, e crederemmo assai utile sostituirle a quelle liscie del condensatore da noi proposto. Non solo queste scanalature aumenterebbero grandemente la superficie delle pareti, ma contribuirebbero altresì a dar loro una rigidezza che le renderebbero molto più proprie a resistere alla pressione atmosferica con un minor numero d'interni sostegni. Ad ogni modo la prova fattasi del sistema di Hall mostrò abbastanza potersi avere in tal modo la rapidità conveniente di effetto, e rimase con ciò comprovata la possibilità dell'uso di simili condensatori.

A compimento di quanto riguarda i meccanismi per le barche a vapore crediamo utile dar qui alcune tavole delle proporzioni relative delle varie parti di essi considerati prima isolatamente; poscia daremo altre tavole nelle quali, oltre alle principali fra queste proporzioni, si troveranno eziandio quelle delle barche cui meglio convengono o cui sono applicate, potendo queste ultime giovare eziandio nella difficile quistione di stabilire la forza da darsi alle macchine stesse secondo le dimensioni delle barche, convalidando in tal guisa con esempii quei principii che abbiamo esposti su tale proposito alla pag. 470.

La tavola che segue indica, secondo che varia il diametro del cilindro motore, le dimensioni principali da darsi alle varie parti di una macchina a

DIAMETRI delle trombe		Capacità del condensatore	APERTURE dei cilindri			ANIMELLE delle trombe ad aria		Corse degli stantuffi	LEVA IN BILICO				
									Dimensioni		Diametri dei pernii		
Ad aria	Di alimentazione		Lunghezza	Larghezza	Pieno	Larghezza	Lunghezza		Lunghezza	Larghezza massima	Estremi	Ad un quarto	Nel mezzo
Met.	Mill.	M.C.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Mill.	Mill.	Mill.
0,275	50	1,50	0,20	0,040	0,060	0,25	0,080	0,60	1,80	0,30	40	25	75
0,330	60	1,75	0,24	0,048	0,072	0,30	0,096	0,72	2,16	0,35	50	30	90
0,385	70	2,00	0,28	0,056	0,084	0,35	0,112	0,84	2,52	0,40	55	35	110
0,440	80	2,25	0,32	0,064	0,096	0,40	0,128	0,96	2,88	0,45	65	40	120
0,495	90	2,50	0,36	0,072	0,108	0,45	0,144	1,08	3,24	0,50	70	45	140
0,550	100	2,75	0,40	0,080	0,120	0,50	0,160	1,20	3,60	0,55	80	50	150
0,660	120	3,00	0,48	0,096	0,144	0,60	0,192	1,44	4,32	0,65	100	60	180
0,770	140	3,25	0,56	0,112	0,168	0,70	0,224	1,68	5,04	0,75	110	70	210
0,880	160	3,50	0,64	0,128	0,192	0,80	0,256	1,92	5,76	0,85	130	80	240
0,980	180	3,75	0,72	0,144	0,216	0,90	0,288	2,16	6,48	0,95	150	90	270
1,100	200	4,00	0,80	0,160	0,210	1,00	0,320	2,40	7,20	1,05	160	100	300
1,210	220	4,25	0,88	0,176	0,264	1,10	0,352	2,64	7,92	1,15	180	110	330
1,320	240	4,50	0,96	0,192	0,288	1,20	0,385	2,88	8,64	1,25	190	120	360
1,430	260	4,75	1,04	0,210	0,312	1,30	0,416	3,12	9,36	1,35	200	130	400
1,540	280	5,00	1,12	0,225	0,336	1,40	0,450	8,36	10,08	1,45	220	140	425
1,650	300	5,25	1,20	0,240	0,360	1,50	0,480	8,60	10,80	1,55	240	150	450

vapore, per le barche, a leva in bilico, a bassa pressione e condensazione, con la espansione ai tre quarti della corsa.

Lunghezza delle spranghe	Raggi dei manubrii	Assi Diametri dei		Diametri delle aste delle trombe		GROSSEZZE						Diametro delle chiavarde		
		Pernii	Pernii del manubrio	A vapore	Ad aria	Cilindro a vapore	Tromba ad aria	Casse del vapore	Piastre d'imbasamento	Leva in bilico	Modanature	Cilindri a vapore	Trombe ad aria	Casse del vapore
Met.	Met.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
1,50	0,30	120	90	50	30	30	25	20	35	25	20	25	21	18
1,80	0,36	140	110	60	35	30	25	20	40	25	20	25	21	18
2,10	0,42	170	130	70	40	35	30	25	45	30	25	25	21	18
2,40	0,48	190	140	80	50	35	30	25	50	30	25	30	25	21
2,70	0,54	220	160	90	55	40	35	30	55	35	30	30	25	21
3,00	0,60	240	180	100	60	40	35	30	60	35	30	30	25	21
3,60	0,72	280	220	120	70	45	40	35	65	40	35	35	30	25
4,20	0,84	330	260	140	85	45	40	35	70	40	35	35	30	25
4,80	0,96	380	280	160	95	50	45	40	75	45	40	35	30	25
5,40	1,08	425	330	180	110	50	45	40	80	45	40	40	35	30
6,00	1,20	475	360	200	120	55	50	45	85	50	45	40	35	30
6,60	1,32	525	400	220	130	55	50	45	90	50	45	40	35	30
7,20	1,44	575	425	240	140	60	55	50	95	55	50	45	40	35
7,80	1,56	625	475	260	160	60	55	50	100	55	50	45	40	35
8,40	1,68	675	500	280	170	65	60	55	105	60	55	45	40	35
9,00	1,80	725	550	300	180	65	60	55	110	60	55	50	45	40

L'altra tavola qui appresso indica invece, in pollici inglesi, le dimensioni principali

NOMI DELLE PARTI	10	15
Diametro del cilindro . . . . . pollici	20	24
Asta dello stantuffo	2	2 3/8
Tromba ad aria	12	15
Asta della tromba ad aria	1 1/4	1 3/4
Robinetto di iniezione	1 1/4	1 1/2
Tromba ad acqua calda	2 1/4	2 1/2
Tubo d'alimentazione	1 1/2	1 3/4
Detto di vapore	4	5
Detto di trabocco dell'acqua di condensazione	5	6
Pernio della leva in bilico	3 1/2	4 1/4
Ruote a pale . . . . . piedi	9	11
Corsa dello stantuffo . . . . . pollici	24	30
Vasca della tromba ad aria	12	15
Stantuffo a cilindro della tromba d'alimentazione	6	7 1/2
Dimensioni generali da centro a centro.		
Spranghe trasversali della tromba ad aria	29 1/2	34 1/4
Dette della leva in bilico	33	39
Dette dell'ossatura	21	23
Dette d'una macchina	66	72
Lunghezza del passaggio pel vapore	7 1/2	8 3/4
Larghezza detto detto	1 1/2	1 3/4
Rubinetto d'iniezione larghezza	2	2
Detto altezza	13	14
Leva in bilico.		
Larghezza nel mezzo	14	18
Detta alla cima	5	6
Grossezza	1	1 1/2

delle macchine per le barche relativamente alla loro forza in cavalli.

FORZA IN CAVALLI DI OGNI MACCHINA											
20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
27	29 1/2	32	36 1/2	40	43	46	48	50	52 1/2	55 1/2	57
2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	4 7/8	5	5 1/4	5 1/2
17	17 1/2	18 1/2	21	23	24	26	27 1/2	28	30	31 1/2	34
2	2 1/3	2 1/4	2 1/2	2 3/4	2 1/8	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/4
1 5/8	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/8	3 1/4	3 1/4	3 3/8	3 1/2
3	3 1/4	3 1/2	4	4 1/4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2
2	2 1/3	2 1/4	2 1/2	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/4	3 1/2	3 1/2	4
4 3/4	6	6 1/2	7	7 3/4	8 1/2	9 1/4	10	10 1/2	11	11 1/2	12
7	7 1/2	8	9	9 1/2	10	10 1/2	11 1/2	12 1/4	13	13 1/2	14
5	5 1/4	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	9 3/4
11	12	13	13	15	17	17	19	19	21	21	25
30	33	36	36	42	48	52	56	60	63	66	72
15	16 1/2	18	18	21	24	26	28	30	31 1/2	33	36
7 1/2	8	9	9	10 1/2	12	13	14	15	16	16 1/2	18
37 1/4	39 1/2	42 1/4	47 1/2	53	55 3/4	60 3/4	63	67	68 1/2	70	72
42 1/2	43	48	34	60	63	69	69	72	78	80	83
23 1/2	26	27	30	34	34	48	40	42	44	45	46
76	80	83	88	96	100	108	108	112	126	128	130
10	11	11 1/2	13	15	18 1/2	18 1/2	19	19	20	20	21
2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3	4	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	4 3/4
2 1/2	2 1/2	3 1/4	3 3/4	4	4 1/2	5	5 1/4	5 1/2	6	6 1/2	7
15 1/2	17	18	20	24	26	28	28	29	31	31	32
19	21	23	25	28	29	33	34	35	36	38	39
6 3/4	7 1/2	8	8 3/4	10	10 1/2	12	12 1/4	12 3/4	14	17	15 1/2
1 1/8	1 1/8	1 1/2	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 5/8	2 1/2	2 1/2	2 1/2	5 1/3

Nella tavola che segue trovansi le misure adottate in pratica per alcune macchine a bassa pressione della marina reale francese.

Indicazione delle parti principali	Macchina del *Liamone* di 25 cavalli	Macchina dell' *Erebo* di 30 cavalli	Macchina del *Castore* di 60 cavalli	Macchina della Sfinge di 80 cavalli	Macchina del Miller di 110 cavelli	Macchina delle barche transatlantiche di 225 cavalli
Diametro interno del cilindro . . . . . Metri	0,755	0,816	1,090	1,221	1,430	1,930
Superficie totale dello stantuffo a vapore . M. quad	0,4453	0,5239	0,9331	1,1709	1,6061	2,9255
Superficie d. per ogni cavallo di forza . . . id.	0,0178	0,0174	0,0175	0,0146	0,0146	0,0130
Lunghezza della corsa dello stantuffo . . . . Metri	0,840	0,914	1,218	1,448	1,500	2,280
Numero di doppie corse al minuto . . . . . N.	36	33	25	21,930	22	16,333
Volume prodotto dallo stantuffo a vapore ad ogni corsa semplice . , M. cubici	0,37408	0,47799	1,13656	1,69547	2,40910	6,77021
Volume totale al secondo. id.	0,44889	0,52579	0,94713	1,23939	1,76667	3,63156
Volume totale al secondo per ogni cavallo . . id.	0,01796	0,01753	0,01579	0,01549	0,01606	0,01614
Pressione del vapore nelle caldaia . . . . Metri	0,950	0,950	0,950	0,900	0,900	0,900
Diametro dell' asta dello stantuffo a vapore . . id.	0,068	0,082	0,110	0,121	0,143	0,200
Sezione delle medesima M.q.	0,0036	0,0053	0,0095	0,0115	0,0161	0,0314
Sezione delle stesse per ogni cavallo di forze . . . id.	0,000145	0,000176	0,000178	0,000144	0,000146	0,000140
Diametro del condotto di vapore al cilindro delle caldaie . . . . Metri	0,155	0,171	0,244	0,280	0,320	"
Area della sezione di esso . . . . Metri quad	0,0189	0,0230	0,0468	0,0616	0,0804	"
Lunghezza degli orifizi del vapore nel cilindro . Metri	0,285	0,295	0,380	0,380	"	0,800
Altezza dei detti . . . id.	0,060	0,065	0,078	0,097	0,097.	0,160
Sezione dei detti . M. quad	0,0171	0,0192	0,0296	0,0369	"	0,1280
Sezione dei detti per ogni cavallo di forza . . . id.	0,000684	0,000639	0,000494	0,000461	"	0,000568
Altezza della zona piana della valvula a sdrucciolo. M.	"	0,110	0,130	0,127	0,164	"
Corsa della valvula a sdrucciolo . . . . id.	0,150	0,466	"	0,203	0,240	"
Diametro interno della tromba ad aria . . . . . id.	"	0,460	0,600	0,715	0,783	1,150
Sezione dello stantuffo di essa . . . Metri quad.	"	0,1662	0,2827	0.4015	0,4815	1,0387
Corsa del medesimo . Metri	0,420	0,457	0,609	0,724	0,750	1,140

Indicazione delle parti principali	Macchina del *Liamone* di 25 cavalli	Macchina dell'*Erebo* di 30 cavalli	Macchina del *Castore* di 60 cavalli	Macchina della Sfinge di 80 cavalli	Macchina del Miller di 110 cavalli	Macchina delle barche transatlantiche di 225 cavalli
Diametro dell' asta d' ottone di asso . . . . . . id	0,045	0,050	0,070	0,076	0,090	0,130
Sezione della medesima M q	0,001590	0,001964	0,003848	0,004536	0,006362	0,01373
Volume prodotto ed ogni giro dello stantuffo della trombe ed aria . M cub.	"	0,07696	0,17219	0,29070	0,36114	1,18411
Volume *idem* totale al secondo . . . . id.	"	2,53962	4,30478	6,37505	7,94508	19,34046
Volume *idem* per ogni cavallo . . . . id	"	0,08465	0,07175	0,07968	0,07223	0,08590
Diametro della trombe alimentare . . . . Metri	0,080	0,089	0,115	0,140	0,154	0,240
Corsa dello stantuffo di essa . . . . id.	"	0,457	0,609	0,724	0,750	1,140
Volume prodotto dallo stantuffo di essa ed ogni giro . . . . Metri cubici	0,00211	0,00284	0,00631	0,01113	0,01397	0,03581
d. al minuto . . . id.	0,07596	0,09382	0,15715	0,24441	0,30739	0,58495
d. al minuto per ogni cavallo . . . . id	0,00304	0,00313	0,00296	0,00306	0,00280	0,00260
Lunghezza totale d' ogni leve in bilico de asse ed esse . . . . . Metri	2,340	2,580	3,500	4,404	4,918	6,520
Altezza nel mezzo al centro dell' asse . . . . . : id	0,500	0,560	0,750	0,731	0,800	1,160
Diametro del corpo di quest' asse . . . . . . id	"	0,180	0,230	0,285	0,515	0,400
Sezione di esso Metri quad.	"	0,0254	0,0415	"	0,0779	0,1257
Lunghezze delle due spranghe pendenti . . Metri	1,640	1,750	2,125	"	2,912	4,100
Diametro di essa — nel mezzo . id	0,070	0,080	0,100	0,110	"	0,185
Diametro di essa — alle cime . id	0,055	"	"	0,091	"	0,155
Sezione di asse — massima. M.quad	0,003848	0,005027	0,007854	0,009503	"	0,026880
Sezione di asse — minime . . id.	0,002376	"	"	0,006504	"	0,018859
Lunghezza delle spranga che va ai manubrii . . Metri	1,910	2,030	2,634	3,720	3,634	5,170
Diametro di essa — nel mezzo id	0,105	0,130	0,165	0,155	0,179	0,260
Diametro di essa — verso le cime id.	0,065	0,182	0,110	0,123	0,139	0,220
Sezione di esse — massima. M quad	0,008659	0,013273	0,021383	0,018869	0,025165	0,053093
Sezione di esse — minima . . id	0,003318	0,005281	0,009503	0,011882	0,015175	0,038013
Diametro delle braccia interne dell' asse (vicino ai manubrii) . . . Metri	0,170	"	0,230	0,259	0,330	0,440
Sezione di esse . M. quad.	0,022698	"	0,041548	0,052685	0,085530	0,152053

INDICAZIONE delle parti principali	MACCHINA del *Liamone* di 25 cavalli	MACCHINA dell' *Erebo* di 30 cavalli	MACCHINA del *Castore* di 60 cavalli	MACCHINA della Sfinge di 80 cavalli	MACCHINA del Miller di 110 cavalli	MACCHINA delle barche transatlantiche di 225 cavalli
Diametro delle ruote a pale all' esterno dei cerchii che uniscono i raggi . Metri	»	3,790	»	6,094	»	»
detto all' esterno delle pale . . . . id	3,500	3,657	5,521	5,944	7.416	8,600
detto all' interno di queste . . . . . id.	2,360	2,857	3,961	4,622	5,384	7,200
Numero delle pale fisse per ogni ruota . . . . N.	12	10.	14	16	12	24
Lunghezza delle pale. Metri	1,530	1,380	2,150	2,438	»	3,000
Larghezza di asse . . id.	0,570	0,400	0,680	0,661	1,016	0,700
Superficie di una di esse. M.q.	0,8821	0,5520	1,4320	1,6115	1,4884	2,1000
Superficie totale di tutte le pale per ogni ruota . id.	10,5852	5.9200	20,0480	25,7840	17,8608	50,04000
detta id. per ogni cavallo . . . . id.	0,2116	0,0920	0,1674	0,1611	0,0812	0,1120

Passando a dare esempii, come ci siamo proposti, delle dimensioni delle macchine relativamente a quelle delle barche, diamo primieramente riuoite in una tavola quelle di parecchie barche a vapore che sono in attività su varii fiomi della Francia, togliendole dall' opera intitolata, *Studii sulla navigazione fluviale* di Mathias e Callou.

FIUMI	GARONNA			BASSA LOIRA			LOIRA	
Nome della barca	Clemence Isaure	Grand eclair	Garonna N. 3	Bretagne	Piroscafo N. 1	Piroscafo N. 2	Città d'Orleans	Corriere N. 1
Nome del costruttore	L. Jollet	L. Jollet	L. Jollet	L. Jollet Gache fr.	Miller	Mifler	Gache fr.	Gache fr.
Lunghezza sul ponte . . . . Metri	»	»	»	37,40	39	42	»	»
Lunghezza alla linea d'acqua . . *id.*	36	35	35	36,10	36	40	40	48
Larghezza massima sul ponte . . *id.*	3	3,66	3,40	»	3,70	4,20	3,20	3,50
Larghezza massima alla linea d'acqua. *id.*	»	»	»	5,10	»	»	»	»
Immersione con macchina e carbone. *id.*	»	0,70	0,50	»	»	0,60	0,33	0,42
Immersione col carico . . . . . *id.*	0,50	0,80	0,65	1,23	0,80	0,83	0,36	0,60
Larghezza al fondo . . . . . . *id.*	2,80	»	»	»	»	»	»	»
Cavo . . . . *id.*	»	»	»	2,93	2,10	»	»	2,07
Velocità all'ora in acqua tranquilla. *id.*	17307	16000	16270	14509	11700	13338	14015	16200
Velocità al secondo *idem* *id.*	4,81	4,44	4,45	4,02	3,25	3,71	4,11	4,50
Maniera di agire del vapore	Senza espansione ne condensazione.	Senza espansione ne condensazione.	Senza espansione ne condensazione.	A espansione e condensazione.	A condensazione.	A condensazione.	A condensazione.	A condensazione.
Sistema di costruzione	Cil. oscill.	Cil. oscill.	Cil. oscill.	Cil. vertic. e spranghe.	A leva in bilico.	A leva in bilico.	Cil. vertic. e spranghe.	Cil. vertic. a spranghe.
Numero dei cilindri. . . . . . N.	2	2	2	2	1	1	2	2
Diametro dello stantuffo . . . Metri	0,25	0,407	0,337	0,98	0,69	0,90	0,70	0,76
Corsa di esso. . . . . *id.*	0,50	6,814	0,674	0,66	0,76	0,90	0,46	0,50
Numero di doppie corse . . . . N.	42,75	28	32	30	30	28,5	32	34
Frazione della corsa a tutto vapore . .	1	1	1	0,75	»	1	1	1
Pressione nella caldaia . . . . Atm.	6	5	6	1,46	4,44	1,416	1,26	1,5
Pressione nel condensatore . . . *id.*	»	»	»	0,15	0,15	0,09	0,12	0,20
Diametro esterno delle ruote a pale. Metri	2,90	4	3,474	4,250	3,22	4	3,25	3,70
Diametro interno *idem* *id.*	2,20	2,80	2,474	3,250	2,36	3,20	2,65	3,06
Altezza d'una pala . . . . . . *id.*	0,35	0,60	0,50	0,50	0,43	0,40	0,30	0,32
Larghezza *idem* . . . . . . *id.*	1,65	1,66	1,50	2,25	1,60	1,50	1,70	2,30
Numero delle pale . . . . . . N.	12	12	12	»	»	»	16	16
Sistema di costruzione delle caldaie. .	Tubulare	Tubulare	Tubulare	Superficie piana	Superficie piana	Superficie piana	Superficie piana	Tubulare
Numero delle caldaie . . . . . N.	»	2	2	2	»	»	1	1
Numero dei focolari per ogni caldaia *id.*	1	4	1	2	»	»	1	1
Superficie totale di riscaldamento. Met.q.	19,07	38	»	96	»	»	»	50
Acqua contenutavi . . . . . . Chil.	1700	»	»	»	»	»	»	»
Carbone consumato all'ora . . Ettol.	1,50	4,50	2,50	»	1,50	»	2,47	»
Peso della macchina . . . . Chil.	2150	8121	5215	»	»	4900	»	»
Peso della caldaia senza acqua . . *id.*	4000	13705	9892	»	7000	13000	»	»
Peso dei tubi e del cammino . . *id.*	500	748	1830	»	»	»	»	»

ERDRE	WESER	RENO		RODANO					SAONA		
Union de l'Erdre	Hermann	Aquila N. 1	Aquila N. 2	J. Papin	Nettuno	Coccodrillo Marsouin	Scirocco Mistral	Saetta Oragano	Rondinella N. 6	Rondinella N. 5	Duchessa di Namours
Lota	Gache fr.	Cavé	Cavé	Maudslay	Miller	Schneider	Schneider	Schneider	Murray	Murray	
35	41	69	59,50	56	58	”	”	”	52,70	63,40	52,50
”	”	”	”	”	”	60	67	67	”	”	”
3,45	3,40	3,70	4,70	6	6	5,80	5,80	5,70	4,72	4,85	5
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”
0,40	”	”	”	0,6	0,6	0,60	0,68	0,60	0,43	0,43	0,52
”	0,41	0,75	0,75	0,85	1,00	0,85	1,05	1,05	0,56	0,56	0,65
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”
2,00	”	”	”	”	”	2,30	2,40	2,30	2,30	2,35	2,25
12068	16000	17397	37397	14250	14896	16972	17085	17613	16281	16281	17354
3,57	4,41	4,83	4,83	3,96	4,14	4,71	4,75	4,89	4,52	4,52	4,82
A condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	A condensazione.	A condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione.	Ad espansione e condensazione
Cil. vertic. e spranghe.	Cil vertic. e spranghe.	”	”	A leva in bilico.	A leva in bilico.	”	”	”	A leva in bilico.	A leva in bilico.	Cil. oscill.
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
0,65	0,70	0,46	0,52	0,86	0,94	0,60	0,67	1,11	0,610	0,635	0,813
0,435	0,50	1,35	1,36	0,91	0,91	0,50	1,75	2,05	0,914	0,838	0,838
27	34	33,5	33,6	29	32	30	29	28	31	31	30 a 32
1	0,75	0,25	0,25	1	1	0,333	0,333	”	0,5 a 0,66	0,5 a 0,66	1
1,55	1,33	6	6	1,33	1,5	8	3	”	3,25	3	2,5 a 3
0,15	0,12	0,226	0,225	”	0,25	0,25	2,225	0,25	0,10	0,10	0,15
3,30	3,40	4,20	4,47	4,26	4,50	4,50	4,875	5,25	4,18	4,18	4,385
2,50	2,60	3,34	3,67	3,36	3,60	3,50	3,875	4,25	3,18	3,18	3,445
0,40	0,40	0,43	0,46	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,47
1,80	1,80	2,50	2,575	2,13	2,45	2,70	2,80	3,00	1,98	1,92	2,29
12	16	”	”	14	14	”	”	28	14	14	16
Superficie piane	Superficie piane	Tubulare	Tubulare	Superficie piane	Superficie piane	”	”	Tubulare	Cil. a focolare int.	Cil. a focolare int.	Tubulare
”	”	”	”	2	2	”	”	3	2	2	2
”	”	”	”	”	”	”	”	1	”	”	1
”	”	47	47	”	32 focol. 48 canali fumo	110	130	131	45	45	55
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”
”	”	”	”	4.83	4,58	6	”	8,93	6,3	5,13	4,70
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	18000
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”
”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”	”

Diamo in un' altra tavola le misure delle parti principali delle macchine e delle navi destinate a lunghi viaggi marittimi e principalmente ai viaggi transatlantici, le quali sono quasi tutte ad espansione.

	GREAT Western	LIVERPOOL	BRITISH Queen	PRESIDENT	UNITED kingdoms
Lunghezza massima . . . . Metri	71,93	67,97	83,82	80,77	»
Lunghezza sul ponte . . . . id.	64,62	65,84	74,68	72,54	62,79
Lunghezza della chiglia . . . . id.	62,48	63,83	68,58	67,06	60,35
Larghezza all' interno dei tamburi . . . id.	10,77	9,40	12,19	12,50	11,13
Larghezza compresi i tamburi . . . . id.	18,19	17,15	19,51	19,51	»
Cavo della sentina alla massima sezione . id.	7,06	5,99	8,38	7,16	6,71
Portata dello spazio libero. Tonnellate metriche	690,37	568,45	1069,84	»	»
Portata dei locali delle macchine . . . id.	658,76	590,29	978,40	»	»
Portata totale . . . . id.	1343,13	1158,74	2048,24	1869,44	1422,40
Forza delle macchine. . . . . . . Cavalli	450	468	500	450	450
Diametro dei cilindri . . . . Metri	1,85	1,905	1,968	2,00	1,854
Lunghezza della corsa . . . . id.	2,134	2,134	2,134	2,286	2,134
Diametro delle ruote . . . . id.	8,763	8,661	9,296	9,449	8,534
Peso totale delle macchine e caldaie, compresavi l' acqua . . . . Tonnellate metriche	487,68	457,20	508,	508,	457,20
Peso totale del carbone per venti giorni . id.	609,60	609,60	762,	762,	»
Peso del carico . . . . id.	254	203,20	508,	762,	»
Immersione col solito peso di carico . Metri	5,08	50,03	5,055	5,18	»

Finiremo indicando alcune misure relative alle barche ed alle macchine del Lloyd di Trieste.

Nome delle barche	Lodovico	Giovanni	Kolovrat	Metternich	Eichoff	Mahmudiè	Mitrowski	Stürmer	Carlo	Sofia	Kübeck	Federico	Imperatore	Imperatrice
Lunghezza della barca fra le perpendicolari . . Metri	»	43,84	»	»	45,62	48,76	»	»	»	»	»	»	50,29	50,29
Larghezza all'esterno delle cinte . Metri	»	6,83	»	»	6,71	7,31	»	»	»	»	»	»	8,128	8,128
Immersione non compresa la chiglia Met.	»	2,59	»	»	2,59	2,844	»	»	»	»	»	»	3,276	3,276
Superficie della massima sezione immersa Metri quad.	»	14,435	»	»	15,70	17,16	»	»	»	»	»	»	25,64	25,64
Numero delle macchine . . . N.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Diametro del cilindro . . . Metri	1,019	1,092	1,019	1,092	1,019	1,083	0,838	0,838	0,689	0,737	1,143	1,048	1,214	1,214
Lunghezza della corsa dello stant. Met.	1,067	1,219	1,067	1,219	1,067	1,219	0,762	0,762	0,762	0,762	1,219	1,219	1,371	1,371
Spazii percorsi dallo stantuffo in un minuto . . Metri	53 a 58	54 a 61	53 a 58	54 a 61	53 a 58	54 a 61	46 a 52	46 a 52	46 a 52	46 a 52	54 a 61	54 a 61	58 a 66	58 a 66
Doppie corse o numero di giri delle ruote al minuto N.	25 a 27	22 a 25	25 a 27	22 a 25	25 a 27	22 a 25	30 a 34	30 a 34	30 a 34	30 a 34	22 a 25	22 a 25	21 a 24	21 a 24
Forza totale della macchina . Cav.	100	200	100	120	109	120	60	60	40	50	70	120	160	160
Forza in cavalli per ogni metro quadrato della massima sez. immersa . Cav.	»	7	»	»	6,30	7,00	»	»	»	»	»	»	6,24	6,24

Nella pratica suolsi stabilire le proporzioni fra la forza della macchina e le dimensioni delle barche dietro due dati, cioè, o secondo la misura delle massime sezioni trasversali immerse di esse, o secondo la loro portata. Dall'ultimo quadro dato si è veduto come la forza delle macchine per ogni metro quadrato di quella sezione, varii per le barche del Lloyd di Trieste da 6,24 a 7 cavalli. La nota seguente delle proporzioni di varie macchine mostra come sogliasi spesso stare al di sotto di quella misura.

NOME DELLA BARCA	AREA della sezione massima immersa per ogni cavallo	CAVALLI DI FORZA per ogni metro quadrato della massima sezione immersa
La Dee	0,13955	7,17
L'Entreprise	0,28217	3,54
Le Commerce	0,14836	6,74
Le Beurs	0,16025	6,24
L'Ingenieur	0,19000	5,29
L'Eclair	0,20090	5,00
L'Arlequin	0,18703	5,35
L'Ivanhoe	0,19583	5,11
Le Croiseur	0,19820	5,05
James Watt	0,23851	4,19
Giorgio IV	0,21575	4,63
Caledonia	0,22357	4,47
S. Patrizio	0,29020	3,76
Albione	0,27750	3,64
Lancastre	0,30040	3,33
Cambria	0,27120	3,64

In Europa accostumasi generalmente regolare la forza delle macchine per le navi in una certa proporzione con la portata di esse, senza riguardo alle dimensioni relative od alla forma delle navi od alla profondità della loro immersione. Le proporzioni adottate più generalmente sono le seguenti. Per navi di caboltaggio, della portata di 250 a 400 tonnellate, un cavallo per ogni due tonnellate. Per barche a vapore di cabottaggio della portata di 600 a 1000 tonnellate, un cavallo ogni tre. Per navi della portata di 1500 a 3000 tonnellate, un cavallo ogni quattro. Tali sono le proporzioni usate generalmente; ma in alcune barche costruite recentemente, la proporzione della forza è molto più grande.

Questa maniera di proporzionare la forza è però affatto erronea e senza fondamento, poichè, come vedemmo, la resistenza delle barche viene determinata da altre condizioni. Supponendo in ogni caso la stessa la portata della nave, la forza necessaria dee variare secondo l'area della sezione immersa, l'angolo che fa la prua con l'acqua, la leggerezza al corso e la lunghezza del vascello.

Abbiansi, per esempio, due navi, entrambe di 600 tonnellate, e quindi con una macchina di 200 cavalli. Suppongasi che l'una abbia la chiglia lunga 127 piedi e sia larga 30, e che l'altra invece sia lunga 169 piedi e larga 26. Supponendo che in entrambi i casi la immersione sia la stessa, cioè di nove piedi, e uguale l'angolo che forma la prua e la forma generale della nave, la resistenza, ed in conseguenza la forza necessaria per produrre la stessa velocità, sarà presso a poco nella proporzione delle sezioni immerse, cioè in un caso 30 × 9 = 270, e nell'altro 26 × 9 = 234, quindi la nave più stretta e più lunga, avendo minor resistenza, sarà più veloce. Per ottenere il massimo di velocità dalla stessa forza, giova adunque tenersi alla maggior lunghezza possibile in proporzione alla larghezza.

Il quadro qui unito indica le dimensioni di alcune delle navi costruite in America ed in Inghilterra nel 1846.

NOME DELLE BARCHE A VAPORE	PORTATA della nave	LUNGHEZZA fra le perpendicolari	LARGHEZZA del ponte	PROFONDITA' della stiva	DIAMETRO del cilindro	LUNGHEZZA della corsa	NUMERO delle macchine	UN cavallo ogni	FORZA di ciascuna macchina
	Tonnell.	Piedi pol.	Piedi pol.	Piedi pol.	Pollici	Piedi pol.		Tonnell.	Cavalli
Due navi costruite alcuni mesi fa a Nuova York pel governo spagnuolo	600	156	28,9	14,6	42	4,7	2	3,75	80
Nave pel governo turco, con macchine di Napier di Glasgow . .	520	170	23	13,6	45	4,3	2	4,3	60
Altra nave costruita pel governo turco con macchine dello stesso. .	615	185	26,3	14	46 ½	4,3	2	4,3	70
Il *Firebrand* della flotta britannica . .	500	155	26	14,9	. .	4,6	2	4,16	60
La nave russa, il *Colchide*	450	156	24	13,8	42	4,6	2	3,75	60
La nave mercantile inglese, il *Rainbow* .	582	198	25	12,8	50	4,6	2	3,23	90
La nave del governo inglese, la *Nemesi* .	660	165	23	11	44	6	2	5,5	60
Piroscafo inglese, l'*Urgente* che viaggia fra Liverpool e Dublino.	563	172	26	17,5	62	5,9	2	2,1	140
Piroscafo inglese, l'*Atteone* che viaggia fra Liverpool e Glasgow.	552	171	25,10	17,3	62	5,9	2	2	140
La *principessa reale*, piroscafo per lo stesso viaggio . . .	750	208	28	17	73	6,3	2	2	190

Nelle relazioni fra la forza e la portata gli estremi sono la *Nemesi*, che ha un cavallo di forza ogni 5,5 tonnellate, e l' *Atteone* e la *Principessa Reale* che hanno un cavallo ogni due tonnellate.

Dietro a ciò sembra doversi la forza delle macchine regolare in proporzione alla grandezza delle navi, secondo che indica il quadro qui unito.

Nome delle barche a vapore	Portata della nave	Lunghezza fra le perpendicolari	Larghezza del ponte	Profondità della stiva	Diametro del cilindro	Lunghezza della corsa	Numero delle macchine	Un cavallo ogni	Forza di ciascuna macchina
B per una nave di. .	500	175	25	14,6	34	8	2	3,3	80
oppure . .	. .	. .	. .	. .	46 $\frac{1}{2}$	8,6	1	3,3	160
Per una nave di. .	600	185	26	15,6	37 $\frac{1}{2}$	8	2	3,3	90
oppure . .	. .	. .	. .	. .	50	9	1	3,3	180
Per una nave di. .	700	192	27,6	16,3	40 $\frac{1}{2}$	8	2	3,3	105
oppure . .	. .	. .	. .	. .	54	[illegible]	1	3,3	210

Le tre navi in esso indicate suppongonsi essere di buona costruzione e facili al corso, che se avessero la prua e la poppa rigonfie, e se la lunghezza fosse minore in proporzione alla larghezza, dovrebbesi accrescere la forza della macchina relativamente alla portata.

Indicate così le principali nozioni necessarie alla buona esecuzione ed applicazione delle macchine a vapore alle navi, risulta dall' esame di esse quanto importi che sieno osservate alcune norme in proposito, e siccome di raro queglino che acquistano siffatte macchine vogliono o possono invigilare perchè sieno esattamente eseguite, e siccome d' altra parte è pur giusto che dei danni che risultare potessero dalla trascuranza di esse sia responsabile il costruttore, così non sarà inutile dare alcune avvertenze sul modo di stabilire i contratti per la ordinazione o l' acquisto delle macchine e delle barche presentandone qualche esempio. Trarremo il primo dalla ordinazione fatta dalla marina reale di Francia a fabbricatori inglesi di una barca con macchina della forza di 100 cavalli, donde risulta in qual modo sogliasi stipulare per ciò che riguarda la forza di queste macchine.

Stabilironsi adunque i patti seguenti:

L' apparecchio sarà composto di due macchine a vapore a bassa pressione e a doppio effetto, compiute e ciascuna della forza di 50 cavalli.

La forza delle macchine sarà calcolata, secondo gli usi della pratica in Inghilterra, a ragione di 33,000 libbre sollevate a un piede di altezza in un minuto per la forza di un cavallo, e la pressione sullo stantuffo a ragione di 7 libbre per pollice inglese quadrato di superficie.

Il diametro delle ruote sarà di 14 piedi e 8 pollici; la lunghezza delle pale di 7 piedi, e la loro larghezza di 20 pollici: le pale saranno 12.

I cilindri avranno circa 40 pollici di diametro, e la lunghezza della corsa dello stantuffo sarà di 3 piedi e 6 pollici.

La caldaia avrà forza bastante a resistere alla pressione di 8 libbre per pollice quadrato; nulladimeno non dovrà agire ordinariamente che sotto una pressione di 4 libbre per pollice quadrato, secondo

l' uso adottato in Inghilterra per le macchine a bassa pressione.

Il fabbricatore guarentirà inoltre la velocità del naviglio.

Siccome la tensione del vapore nel cilindro principale equilibra una colonna di mercurio di 5 pollici di altezza, sopra la pressione atmosferica, così le caldaie dovranno somministrare tanto vapore, che, regolando convenevolmente la resistenza, possa lo stantuffo acquistare una velocità di 190 piedi al minuto.

Un secondo esempio porge l' ammiragliato inglese in una circolare indirizzata ai principali fabbricatori di macchine nella Inghilterra invitandoli a fare proposizioni per macchine a vapore da porsi a bordo di quattro nuove navi, due di prima classe e due di seconda. In questa circolare trovansi le seguenti avvertenze che crediamo utile far conoscere.

Il peso totale del meccanismo motore, compresevi le caldaie piene d' acqua, non sarà maggiore di 350 tonnellate per le navi di prima classe e di 300 tonnellate per quelle di seconda.

I locali per le macchine avranno le seguenti dimensioni.

	1.ª classe	2.ª classe
Lunghezza all' interno	16m,458	15m,239
Larghezza	10 ,462	10 ,057
Altezza	7 ,010	6 ,398.

I depositi del carbone, compresi nello spazio accordato ai locali pel meccanismo, dovranno contenere non meno di 400 tonnellate di combustibile per la prima classe e di 350 per la seconda, calcolando che ciascuna tonnellata occupi lo spazio di 1m.c.,30.

Le proposizioni indicheranno la forza massima che saranno capaci di dare le macchine esibite comprese negli spazii suddetti, con la pressione effettiva di 0chil.,486 al centimetro quadrato di superficie, e con le velocità seguenti dello stantuffo.

1m,22	di corsa	59,73 al minuto
1 ,37		62,17
1 ,52		64,00
1 ,67		65,82
1 82		67,64
1 ,97		68,86
2 ,13		70,40
2 ,28		71,90
2 ,44		73,14.

Le macchine proposte che non fossero a leva in bilico dovranno essere minutamente descritte ed accompagnate dei convenienti disegni o modelli.

Le caldaie saranno di forma tubulare e costruite in 3 a 4 o più scomparti separati da potersi far agire indipendentemente gli uni dagli altri. Si lascierà uno spazio libero di 0m,33 tutto all' intorno fra le caldaie e i depositi del carbone.

Le chiavarde di unione della macchina con la barca saranno fissate con madreviti appoggiate sulla ossatura in guisa che le chiavarde non attraversino il fondo del bastimento, e fra la madrevite ed il legno saranno pezzi di lastra quadrati di 0m,07 di lato e grossi 0m,025. Se questo modo non fosse applicabile alla qualità particolare della macchina il costruttore indicherà quale stimi più conveniente adottare.

Gli stantuffi saranno a guernitura metallica.

I tubi di scarico avranno il diametro di $0^m,09$ ed una grossezza non minore di $0^m,006$.

Alla cima ed al fondo di ogni cilindro vi saranno valvule per lasciar uscire l'acqua che vi si condensasse, e saranno queste avviluppate di convenienti casse metalliche, per evitare il pericolo che quando ne esce l'acqua bollente possa offendere quelli che a caso vi si trovassero vicini. Vi saranno sulle caldaie valvule di aspirazione per lasciar entrare l'aria nel caso di una rarefazione all'interno, e i tubi di scarico di acqua sui fianchi della nave saranno muniti di valvule le quali impediscano che vi entri acqua dall'esterno.

Ciascun cilindro avrà un meccanismo ed una valvula speciale per adoperare il vapore ad espansione a vari gradi, e secondo che si crederà opportuno, di tratto in tratto. I cilindri delle trombe ad aria saranno foderati di bronzo da cannoni che conservi, dopo finiti, una grossezza di $0^m,012$. Gli stantuffi ed animelle di queste trombe saranno essi pure di bronzo con guernitura anulare. Le loro aste saranno di bronzo o di altra lega, od anche di ferro battuto con rivestimento di bronzo. I vermi di tutte le chiavarde a vite, dei dadi a madrevite e delle caviglie adoperati nelle macchine, nelle caldaie ed in tutte le altre parti della costruzione fornita dal proponente, saranno simili a quelli adottati nelle officine di costruzione a vapore dell'arsenale di Woolwich.

Vi sarà una piccola macchina disposta per far agire le trombe di alimentazione nelle caldaie tubulari, ed alcuni tubi serviranno a condurre al condensatore l'acqua proveniente da dispersioni delle caldaie o da altre cause qualsiasi.

La tromba di alimentazione sarà posta in azione dalla macchina in guisa da poter introdurre nelle caldaie dell'acqua presa da serbatoi collocati sul ponte o dal mare stesso, e togliere l'acqua dalle caldaie e innalzarla. L'apparato di alimentazione sarà fatto in maniera da essere mantenuto pieno, indipendentemente dall'avervi o no serbatoio sul ponte.

Tanto i tubi pel vapore come tutti gli altri saranno di rame, e nella proposta dovranno indicarsi le loro grossezze ed i loro diametri.

Ogni caldaia avrà il suo registro separato, e ciascuna di esse avrà una tromba per togliere l'acqua saturata di sale, oppure qualche altro apparato efficace con refrigerante, come pure tubi di scarico disposti in guisa che si possa vuotare ciascuna caldaia separatamente.

Sopra uno dei tamburi delle ruote sarà fissato un piccolo vaso di ferro piatto con due tubi, l'uno dei quali comunichi col magazzino delle provvigioni, e l'altro con le caldaie per ottenere da queste una certa quantità di acqua distillata.

Sui depositi del carbone vi saranno tubi di ventilazione per poter conoscere ad ogni momento la temperatura che vi domina.

Le ruote a pale saranno della ordinaria costruzione e munite dei freni opportuni.

I cilindri saranno avviluppati di un feltro di pelo, grosso 5 centimetri, interamente coperto dappoi con inviluppo di legno ben secco assicuratovi con cerchi di ferro o di ottone.

Anche i tubi del vapore saranno rivestiti di feltro assicuratovi con filo sottile di metallo, poscia rivestito di un canovaccio, cosicchè il tutto giunga a livello dell'orlo delle piastre di unione.

Dopo aver riconosciuto per esperienza che tutte le parti delle caldaie tengono perfettamente, si copriranno con due strati di colore di minio, e vi si applicheranno feltri alla parte superiore, sui fianchi ed

alle cime, per una grossezza di 5 centimetri, mentre la pittura sarà ancora fresca.

Per applicare nel miglior modo il feltro lo si cucirà prima sul canovaccio per unirlo insieme, poscia si dipingerà bene il canovaccio e se lo coprirà accuratamente con tavole di abete perfettamente secche, grosse 25 millimetri, unite fra loro a scanalatura e linguetta, e fissate sulle caldaie con cerchi di ferro.

Le tavole alla parte superiore delle caldaie saranno coperte di una lastra di piombo del peso di 20 gramme al decimetro quadrato, per impedire che l'acqua che potesse filtrare per le commetiture del ponte danneggi il feltro. »

Nelle condizioni prescritte da questa circolare vedesi riconosciuta la necessità di molte delle precauzioni accennatesi nel presente articolo.

In Francia, essendosi ordinate dieci doppie macchine per altrettante barche, ciascuna della forza di 450 cavalli, si stipularono le condizioni seguenti, le quali crediamo utile riferire perchè contengono altre particolari avvertenze cui può giovare aver riguardo in simili casi.

« Articolo 1.° I fornitori s'impegnano di eseguire, consegnare, mettere al posto ed in attività dieci apparati per bastimenti a vapore, ciascuno della potenza di 450 cavalli alle condizioni che seguono.

Articolo 2.° Ciascun apparato si comporrà di due macchine a bassa pressione ed a doppio effetto, ad espansione variabile a volontà, di ugual forza e compiute. Saranno affatto conformi ai piani presentati dal fornitore ed accettati, dietro esame, da una commissione speciale scelta per tal fine dal ministro della marina. Il grande cilindro dee avere per lo meno il diametro di 1^m,93, e la corsa dello stantuffo non sarà minore di 2^m,28.

Articolo 3.° Il ferro adoperato per le varie parti delle macchine sarà di prima qualità. Le ghise dovranno essere dolci e di seconda fusione. I lamierini onde saranno fatte le caldaie dovranno essere fabbricati con ferro di qualità superiore, lavorato a carbone di legna e battuto. Prima di essere posti in opera questi lamierini saranno assoggettati all'esame di una commissione che ne riconoscerà le qualità coi mezzi che stimerà opportuni, e segnerà ciascuna lamina con un punzone. I pezzi di ghisa, di ferro o di rame, saranno scevri di puliche, fenditure od altri difetti tali che possano diminuirne la forza o la solidità della loro unione. Il fabbricatore non potrà coprirli con pittura, mastice o vernice, se non dopo che le commissione incaricata di verificare lo stato dei lavori avrà riconosciuto che quelle parti sono atte a dare un buon servigio. Le caldaie saranno costruite dietro gli ultimi miglioramenti, e le bullettature dei fondi saranno a doppia serie di bullette. Qualunque sia il sistema di caldaie adottate vi sarà un solo camino, ed un solo tubo per lo scarico del vapore che esce dalla valvula di sicurezza; e ciascuna caldaia potrà dare il vapore tanto all'una che all'altra macchina.

Articolo 4.° Le sedici grosse chiavarde destinate a fissare sul fondo dalla nave la base dell'apparato saranno di rame. Il cammino sarà munito di venti formati di bacchette rotonde di ferro; tutti i tubi e robinetti destinati alle circolazioni dell'acqua, delle caldaie e delle trombe saranno di rame o di bronzo. Il fabbricatore guernirà tutte le aperture che si faranno attraverso la nave per servigio della macchina di anelli di rame molto grossi, i quali riceveranno i tubi che devono attraversare la nave. Le aperture saranno coperte all'esterno con piastre convesse e bucherate per impedire la introduzione di oggetti nocivi all'andamento della macchina.

Articolo 5.° Le trombe alimentari, i cui stantuffi saranno di rame, daranno almeno una quantità doppia dell' acqua che può consumare la caldaia, affinchè si possa far uscire una parte dell' acqua troppo carica di sali senza che ne venga interruzione nel moto della macchina. I vari tubi a vapore saranno uniti con isnodatore a tenuta, per evitare le rotture che possono venire dalla dilatazione del metallo o dai movimenti della ossatura della nave.

Articolo 6.° I tramezzi di lamierino necessari per fare i depositi del carbone saranno stabiliti al di sopra, sui lati e, se vi ha luogo, sull' indietro delle caldaie. La capacità di questi depositi in ogni barca avrà a farsi tale che possano contenere almeno 750 tonnellate di carbone. In tutte le parti che ricevono olio o sevo si porranno serbatoi politi di ottone con tubi per condurre quelle sostanze untuose ai luoghi convenienti.

Articolo 7.° Dovranno far parte di ciascun apparato :

1.° Due trombe per asciugamento della nave che saranno poste in moto dalle macchine ed i cui tubi di scarico saranno di rame ;

2.° Una tromba a due cilindri ed a quattro passaggi per riempire e vuotare la caldaia. Sarà costruita in modo da servire anche di tromba da incendii o per lavare, quindi avrà ad essere munita di tubi di rame pel primo caso e di tubi di cuoio di sufficiente lunghezza pel secondo;

3.° Una balaustrata di ferro polito disposta intorno a ciascuna macchina, a difesa del macchinista contro i movimenti della nave ;

4.° Un piano compiuto di ferro fuso posto a livello dei paramezzali in tutto lo spazio compreso fra le caldaie ed il tramezzo anteriore delle macchine ed un altro ad altezza conveniente innanzi ai cilindri ; si daranno anche due scale di ferro per iscendere su questi piani.

Articolo 8.° Per ciascun apparato il fabbricatore darà i seguenti utensili ed oggetti di ricambio :

1.° Un ricambio compiuto di grate pei fornelli ;

2.° Un ricambio compiuto di guancialetti per le grandi spranghe verticali ;

3.° Un mezzo ricambio per le spranghe degli stantuffi e trombe ad aria.

4.° Un ricambio compiuto di guancialetti pegli assi delle ruote ;

5.° Un doppio assortimento di tutte le chiavi e due chiavi inglesi ;

6.° Il mercurio necessario pel manometro ;

7.° Doppio ricambio di tubi di cristallo con robinetti di rame per segnare il livello dell' acqua ;

8.° 500 chilogrammi di limatura pel cemento ;

9.° I mazzi e martelli di ferro e di ottone necessarii pel servigio della macchine ;

10.° Due anelli di ghisa adattati per mutare quelli superiori della guernitura degli stantuffi ;

11.° Un cerchio di rame intorno agli eccentrici ;

12.° Un ricambio delle chiavarde necessarie per istrignere la guernitura di uno degli stantuffi e pel coperchio di uno dei cilindri ;

13.° Venti forti chiavarde e 40 più piccole per varie parti della macchina ;

14.° Sei raggi per le ruote, sei pale di legno, 24 staffe, guernite delle loro madreviti, e 12 piastra di lamierino per appoggiarvele ;

15.° Palette, riavoli e spranghe fisse per appoggiar quelli, carriuole di mezzo ettolitro pel carbone, e tutti gli altri utensili che occorrono pel servigio dei focolari e delle caldaie ;

16.° Un ricambio di trecce per le guerniture;

17.° Maschi e guancialetti assortiti alle chiavarde della macchina;

18.° Una macchina a vite per forare, con trapano ed un assortimento di saette da trapano;

19.° Due lastre di lamierino e le bullette occerrenti per metterle in opera;

20.° Due vasi di lamierino per raccogliere ciò che cade nel ceneraio;

21.° Due cazzuole di rame pel savo:

22.° Varii piroui a vite per nettare i pezzi;

23. Un assortimento di spine o cacciatoie;

24.° Dodici scalpelli assortiti per cacciare il mastice;

25.° Due compassi diritti a punte di acciaio; due compassi da grossezze;

26.° Quattro paranchi a taglie di ferro, e girelle di rame, per sollevare il coperchio del cilindro; ciascun paranco sarà formato di una taglia a tre pulegge e di una a due;

27.° Due catene, ciascuna guernita di una staffa a vite, per sollevare gli assi e cangiare la posizione dei porta guancialetti;

Articolo 9.° Alcuni ingegneri di marina destinati dal ministro seguiranno l'andamento della esecuzione degli apparati, e faranno visite abbastanza frequenti per potersi assicurare prima che sieno posti insieme che tutti i pezzi che entrano nella composizione delle macchine sono eseguiti con la cura dovuta, e con materie di prima qualità. Le parti che non soddisfacessero a questa doppia condizione verranno da essi rifiutate, e i fabbricatori saranno tenuti a sostituirvene altre. Tutte le officine saranno aperte agli ingegneri di marina, allorchè si presenteranno, affinchè possano fare senza ostacolo la loro ispezione.

Articolo 10.° Le caldaie per i cilindri saranno sottoposte alla prova, come esigono le leggi attuali, e dovranno soddisfare a quanto queste prescrivono per poter lavorare sotto la pressione misurata da una colonna di 20 centimetri di mercurio. Le caldaie saranno guernite di valvule di sicurezza. La prova delle caldaie e dei cilindri si farà a spese del fornitore da una commissione incaricata dal ministro;

Articolo 11.° Le macchine finite e pronte a montarsi, dovranno essere trasportate al porto cui si destinano a spese del fabbricatore, e vi dovranno essere consegnate, la prima coppia al più tardi 18 mesi dopo l'approvazione del contratto fatto dal ministro; l'altra coppia quattro mesi dopo la prima. Se le une e le altre non giungono al sito dove devono essere consegnate entro i tempi stabiliti, si tratterà dal prezzo convenuto per ciascuna macchina 200 franchi per ogni giorno di ritardo;

Articolo 12.° Per montare le macchine sulle navi, la marina darà gratuitamente nel porto i soccorsi di uomini e di apparati onde avrà bisogno il fabbricatore pel trasporto dei grossi pezzi, e si incaricherà di tutti i lavori di legname necessari pel collocamento delle macchine e delle caldaie a bordo delle navi;

Articolo 13.° Poste che sieno in attività le macchine si faranno in presenza del fabbricatore tante esperienze quante si crederanno necessarie per verificare la buona qualità ed il regolare andamento dell'apparato ed assicurarsi che, la tensione del vapore nei grandi cilindri, facendo equilibrio ad una colonna di mercurio di 0^m,127 al di sopra della pressione atmosferica, le caldaie danno abbastanza vapore, perchè, regolando opportunamente la resistenza, le ruote possono fare 16 giri ed $\frac{1}{2}$ al minuto.

Articolo 14.° Nel caso in cui si riconoscesse che alcuno degli apparati presentasse tali difetti da nuocere essenzialmente all'andamento di esso o da non presentare la forza indicata all'articolo 1.°, la marina risservasi la facoltà o di esigere il rimborso delle anticipazioni fatte al fabbricatore, restando per di lui conto le macchine, o di far rimediare a tutti i difetti della macchine nei modi che stimerà più opportuni a spese del fabbricatore medesimo;

Articolo 15.° L'importo di ciascun apparato si pagherà in sei rate uguali cioè:

Un sesto dopo che una commissione nominata dal ministro avrà riconosciuto che gli approvvigionamenti di materiali riuniti nelle officine e particolarmente destinati alla fabbricazione delle macchine rappresentano almeno il sesto del prezzo dell'apparato.

Un secondo sesto quando si saranno cilindrate le trombe, eseguite per un terzo le caldaie, e le altre parti delle macchine avanzate in ugual proporzione;

Un terzo sesto quando i lavori eseguiti, a giudizio della commissiune, rappresenteranno un valore uguale o superiore alla metà del prezzo della macchina;

Il quarto sesto quando le macchine saranno finite nell'officina;

Il quinto sesto quando l'apparato sarà giunto nel portu cui è destinato;

L'ultimo sesto tre mesi dopo che le macchine saranno poste in attività.

Se nei più lunghi viaggi di mare che potrà fare la nave durante i tre mesi che seguiranno l'attivazione, della macchina, queste subiranno guasti per mancanza di buona costruzione o di solidità, il fabbricatore li farà riparare a sue spese o si farà sull'ultimo pagamento la trattenuta delle spese che avranno cagionato alla marina i riattamenti di questi guasti se i lavori si fecero negli arsenali dello stato. Si eccettuano i casi di forza maggiore pei quali i guasti avvenuti non si potessero riguardare come derivati da difetti nella fabbricazione o nel collocamento delle macchine. Il fornitore metterà a bordo per sua guarentigia nei tre mesi di cui si tratta un meccanico scelto da lui, cui la marina pagherà mensilmente 200 franchi, indipendentemente dalle doppie razioni accordate a bordo delle navi dello stato.

I pagamenti si faranno a Parigi.

Articolo 16.° Per evitare qualsiasi azione che altri volesse esercitare sulla proprietà dei lavori già eseguiti e pagati, il fabbricatore rimetterà ricevute le quali dichiareranno che gli oggetti da lui presentati alla commissione appartengono alla marina e rimangono nel suo stabilimento solo a titolo di deposito fino a che possa essere compiuto e montato l'insieme delle macchine e delle caldaie;

Articolo 17.° Su tutti i pagamenti che gli saranno fatti in forza del presente contatto, il fornitore rilascerà un tre per cento a vantaggio della cassa degli invalidi della marina, e sosterrà le spese di bollo, registro e stampa per 50 esemplari;

Articolo 18.° Le condizioni generali stabilite dal ministro il 22 settembre 1817 sono applicabili alla fornitura dei dieci apparati a vapore in quanto non vi si oppongano le presenti condizioni. »

I costruttori si assoggettarono a queste condizioni pel prezzo di 1800 franchi per ogni forza di cavallo, vale a dire, di 810,000 franchi per ogni paio di macchine. Quattro di questi doppii apparati vennero assunti da Cavè, tre da Schneider e tre da Hallette.

Daremo adesso alcuni esempi di prezzi delle macchine a vapore sole o con le loro barche, accennando anche per alcune il loro peso e le spese necessarie pel loro andamento.

In un apparato della forza di 120 cavalli costruito da Fawcett e C. di Liverpool il peso delle due macchine e della caldaiá era di 103695 chilogrammi, divisi come segue :

Per pezzi di ferro fuso	. .	41,740 chil.
id.	di ferro battuto.	56,195
id.	di ottone . . .	3,585
id.	di rame . . .	1,238
id.	di piombo . .	937

Il prezzo di questo apparato a Liverpool, compresevi le paghe di un capo mastro e di due operai per collocarlo a bordo della nave, fu di 128,500 franchi.

Il costo di un apparato simile, costruito da Barns e Miller a Londra, è di 116,000 franchi.

Il peso di due macchine che compongono l' apparato della barca corriera il *Liamone* costruito da Maudslay, Field e Ci., è di 20000 chilogrammi. Il peso delle ruote a pale di 4000 chilogrammi, quello della caldaia e del camino di 14,000 chilogrammi, lo che fa in tutto 38,000 chilogrammi. La barca essendo lunga 28 metri, larga $5^{m},10$, avendo $1^{m},75$ d' immersione, il volume di acqua spostato risultò di 163 metri cubici.

Nel 1844 essendosi chiesto il prezzo di macchine della forza nominale di 24 cavalli collocate sopra barche di ferro della lunghezza all' interno di 70 piedi inglesi ($21^{m},34$) della larghezza di 12 piedi ($3^{m},66$) nell' interno dei tamburi e di 22 ($6^{m},71$) all' esterno di quelli e della immersione di 2 metri, Napier domandò il prezzo di 16000 fiorini (41760fr.) consegnando il piroscafo a Londra ; Tebbum e Mare chiesero 31500 fiorini (82215fr.) consegnandole a Londra e 35,500 fiorini (92655fr.) facendo la consegna in Venezia ; Miller e Ravenhill chiesero 20,000 fiorini (52200fr.) consegnando il piroscafo a Londra e 27,300 (71253fr.) dandolo consegnato a Venezia.

Il peso di due macchine di 80 cavalli della barca la *Sfinge* costruita da Faweet e Ci. con le caldaie fu di circa 162,000 chilogrammi, il peso delle sole caldaie superando i 42131 chilogrammi.

I primi apparati di quella forza costruiti in Francia pagaronsi 350000 poi successivamente i prezzi si ridussero a 300000, 295000, 280000, ma la marina ne ebbe per 266000 franchi. Gli apparati di 220 cavalli costruiti in Francia nel 1842 si pagarono 368000 franchi compresevi le caldaie, pezzi di ricambio e il collocamento in opera, lo che fa circa 1672 franchi per ogni cavallo nominale. Abbiamo veduto come nel contratto citato in addietro (pag. 547) gli apparati di 450 cavalli si pagassero in ragione di 1800 franchi per ogni cavallo.

Da un confronto fra alcune macchine inglesi e francesi, sembrerebbe che il prezzo di queste ultime fosse alquanto più basso. Le macchine della barca a vapore la *Senna* di Rouen della forza di 80 cavalli, costarono prese in Inghilterra 140,000 franchi. Altre macchine simili, ordinate a Sudds, Adkins e Barker di Rouen 132400 franchi soltanto. Le macchine del *Veloce* della forza di 220 cavalli, consegnate a Rocheford, costarono 319280 franchi. I fabbricatori di Schneider del Creusot diedero macchina di ugual forza al ministro della marina di Francia per 136500fr. In queste differenze è però a tener conto del risparmio dei trasporti, e sarebbe inoltre a vedere se le macchine francesi potessero stare a petto di quelle inglesi per buona qualità e per durata, del che, a vero dire, dubitiamo grandemente.

Considerando le spese generali per l' andamento di una barca a vapore di cento cavalli, un giornale inglese calcola che il costo di essa, equipaggiata come oc-

porre, ascenda a 20,000 lire sterline (500,000 franchi), e che le spese, per salari dell'equipaggio, viveri e fuoco, ascendano a 250 lire sterline (6250 franchi); i diritti di ormeggio, stazatura e pilotaggio, a 200 lire all'anno (5000 franchi); le assicurazioni a 100 lire al mese (2500 franchi); finalmente, se aggiognesi il logorio della macchina, il pro del denaro e i fondi di riserva per la costruzione di un' altra barca, risulta un totale di 1000 lire. sterline (25,000 franchi) di spese al mese.

Da questo conto si vede quanta differenza vi sia fra il costo dei viaggi a vapore e di quelli a vela, ed a quanto caro prezzo si paghi il vantaggio della maggior sicurezza e celerità dei viaggi medesimi. In vero tanto gli Americani come gl' Inglesi si accordano che lo scafo delle grandi navi a vapore non resiste a più che sei anni di servigio attivo. Ora il costo dello scafo di una nave della forza di 450 cavalli, foderata di bronzo, si valuta a 618500 franchi. Le macchine poste a bordo calcolansi a 745500. L' ammobigliamento a 40085 franchi; l' allestimento per alberatura, cordaggi od altro a 83800 franchi; finalmente, per varie altre spese, 480665 franchi. Il costo totale adunque di una nave a vapore di 450 cavalli pronta a recarsi sul mare è di 1760000, locchè esige un' ammortizzazione di 400000 franchi all' anno oltre alle 100,000 di pro del capitale. Invece gli scafi delle navi a vela di uguale grandezza costano un terzo di meno e durano tre volte di più. Inoltre la nave a vapore esige da 70 a 80 uomini di equipaggio, compresivi quelli pel servigio delle macchine, che non sono meno di 30 a 35. La nave a vela invece non ne impiega che 24 a 30 in tutto. Per una semplice traversata dell' Atlantico la nave a vapore consuma 650 a 800 tonnellate di carbon fossile, che valgono in termine medio, 17,000 franchi, e la portata che rimane disponibile per l' equipaggio, le merci ed i passaggeri trovasi ridotta a 250 tonnellate circa. Invece la nave a vela porta 800 a 900 tonnellate ed approfitta del vento la cui forza è gratuita. Se per un viaggio compiuto di gita e ritorno verso l' Atlantico aggiungansi le spese di combustibile, di sevo, di olio, di salarii, le spese generali, l' interesse del capitale impiegato, le assicurazioni, l' ammortizzazione, il mantenimento della nave a vapore, tutte in somma le spese della intrapresa, si trova un passivo di 214351 franchi in confronto delle 250 tonnellate disponibili che figurano come attività calcolate a 857 franchi alla tonnellata.

Da questi confronti risulta quanto sia interessante il costruire le barche a vapore massime, pei lunghi viaggi, in maniera che sieno suscettibili di camminare col vento ogni qualvolta è questo ad esse favorevole, riserbando l' uso del vapore solo ai casi in cui manca il vento, e quanto perciò interessi preferire quei mezzi di spinta che meglio a tale offizio si prestano.

Leggi. L' interesse che prendono le autorità negli inciviliti paesi a proteggere la comune sicurezza non poteva a meno di estendersi sulle barche a vapore, le quali, per la natura dell'agente da cui sono animate, possono facilmente riuscire fatali, non solo a quelli incaricati del loro governo, ma eziandio ai passaggeri che trasportano, ed anco in alcuni casi ai paesi attraverso i quali viaggiano sopra fiumi o canali. Nell' articolo Barca di questo Supplemento (T. II, pag. 229) si è veduto con quali favori ed incoraggiamenti, tentassi nell' Austria a promuovere la navigazione a vapore. Ma è da notarsi in tale proposito che una sovrana risoluzione del 28 gennaio 1834 ristrinse il diritto di privilegio, non accordandolo più a quelli che navigano sul mare. Parimenti in que-

sta risoluzione medesima venne stabilito che quanto alle misure di sicurezza, si applicherebbero alle barche quella fissate in generale per le macchine a vapore, togliendo fra le altre cose quella visita annua che si voleva dapprima.

Nel medesimo articolo diadesi un sunto delle leggi francesi relative alle barche a vapore. Ivi pure vennero queste leggi in appresso modificate con una ordinanza reale del 23 maggio 1843, la quale crediamo utile di qui riferire a disteso, insieme con le istruzioni che l' accompagnano, potendosene trarre utili norme, non solo per le misure che sarebbe prudente adottare dalle autorità, ma altresì pei proprietari stessi delle barche a vapore e pei macchinisti, capitani ed altri impiegati di esse, acciò imparino a condurle e governarle nel miglior modo per evitare ogni sinistro accidente.

Articolo 1.° La costruzione e l' uso delle barche a vapore che navigano sui fiumi e canali, dovranno essere soggetti alle disposizioni seguenti:

TITOLO I.

Dei permessi di navigazione.

Sezione prima.

Formalità preliminari.

Articolo 2.° Nessuna barca a vapore potrà navigare sui fiumi, e sui canali senza un permesso di navigazione.

Articolo 3.° Ogni domanda di permesso di navigazione, verrà diretta dal proprietario della barca al prefetto del dipartimento ove sarà il punto della partenza.

Articolo 4.°. Nella domanda il proprietario farà conoscere;

1.° Il nome della barca.

2.° Le principali sue dimensioni, quanto peschi a vuoto, e col massimo carico, espresso in tonnellate di 1,000 chilogrammi.

3.° La forza dell' apparato motore, espresso in cavalli, il cavallo-vapore essendo la forza capace d' innalzare un peso di 75 chilogrammi ad un metro di altezza in un minuto secondo.

4.° La pressione, calcolata dal numero delle atmosfere con cui lavorerà l' apparato.

5.° La forma della caldaia.

6.° Il servigio cui sarà destinata la barca; i punti di partenza, di stazione e di arrivo.

7.° Il massimo numero dei passaggeri che potranno ammettersi sulla barca. Alla domanda dovrà aggiungersi un disegno geometrico della caldaia. Il prefetto rimetterà questa domanda alla commissione di sorveglianza istituita nel dipartimento, in conformità all' articolo 70 della presente ordinanza.

Sezione seconda.

Delle visite, e prove delle barche a vapore.

Articolo 5.° La commissione di sorveglianza visiterà la barca a vapore ad oggetto di assicurarsi:

1.° Se è costruita solidamente, e se siensi prese tutte le precauzioni richieste pel caso in cui destinata fosse a servigio di passaggeri.

2.° Se l' apparato motore venne sottoposto alle prove volute, e se sia provveduto dei mezzi di sicurezza prescritti dalla presente ordinanza.

3.° Se la caldaia, avuto riguardo alla sua forma, al modo di congiunzione delle diverse sue parti, ed alla natura dei materiali coi quali fu costruita, presenti motivo particolare di timore.

4.° Se furono prese tutte le precauzioni necessarie per prevenire i sinistri d' incendio.

5.° Dopo la visita, la commissione assisterà ad una prova della barca a vapore. Verificherà se l' apparato motore ha forza sufficiente pel servigio cui la barca sarà destinata, ed esaminerà :

1.° L' altezza dell' acqua in caldaia al momento della prova.

2.° Quanto peschi la barca.

3.° La velocità della barca, ascendendo e discendendo.

4.° La diversità dei gradi di tensione del vapore nell' apparato motore durante il cammino della barca.

Articolo 7.° La commissione stenderà un atto verbale della visita, e della prova che fatto avrà nella barca a vapore, e dirigerà quest' atto al prefetto del dipartimento.

Articolo 8.° Se la commissione sarà di parere che si possa accordare il permesso di navigazione, proporrà le condizioni sotto le quali potrà venire accordato.

In caso contrario, esporrà i motivi pei quali troverà conveniente di sospendere il rilascio del permesso o anche di ricusarlo.

Sezione terza.

Rilascio del permesso di navigazione.

Articolo 9.° Se il prefetto, dopo aver ricevuto l' atto verbale della commissione di sorveglianza, riconosce che il proprietario della barca a vapore ha soddisfatto a tutte le condizioni volute, rilascia il permesso della navigazione. Questo permesso non sarà valevole che per un anno.

Articolo 10.° Nel permesso di navigazione, saranno annunziati :

1.° Il nome della barca e del proprietario.

2.° L' altezza della linea d' acqua riferibilmente ai punti di riscontro invariabilmente stabiliti sul dinanzi, sul di dietro e nel mezzo della barca.

3.° Il servigio cui è destinata la barca, i punti di partenza, di stazione e di arrivo.

4.° Il massimo numero dei passaggeri che potranno riceversi a bordo.

5.° La massima tensione del vapore, espressa in atmosfere ed in frazioni decimali di esse, con la quale potrà agire l'apparato motore.

6.° I numeri dei suggelli con cui saranno stati bullati, le caldaie, i tubi bollitori, i cilindri ed inviluppi dei cilindri, come è prescritto dall' articolo 24.

7.° Il diametro delle valvule di sicurezza ed il loro carico, regolato conforme agli articoli 29 e 30.

Articolo 11.° Nel permesso, il prefetto prescriverà tutte le misure di ordine e di polizia locali necessarie. Trasmetterà una copia del suo decreto ai prefetti degli altri dipartimenti attraversati dalla linea di navigazione, i quali prescriveranno le stesse disposizioni da osservarsi in quei dipartimenti ; il tutto senza pregiudizio della esecuzione delle leggi e regolamenti relativi alla navigazione nel circuito delle periferie marittime.

Articolo 12.° Se dietro l' atto verbale direttogli dalla commissione di sorveglianza, il prefetto conosce che vi sia luogo a differire il rilascio del permesso, od anche a rifiutarlo, parteciperà la sua decisione al proprietario della barca, salvo a questo ultimo di poter appellarsi dinanzi al nostro ministero dei lavori pubblici.

Articolo 13.° Ad ogni rinnovazione del permesso di navigazione, si consulterà la commissione di sorveglianza, come sopra si è detto.

SEZIONE QUARTA.

Delle autorizzazioni provvisorie di navigazione.

Articolo 14.° Se la barca è stata munita del suo apparato motore, e posta in istato di navigare in altro dipartimento che quello in cui entrar dee in servigio, il proprietario dovrà ottenere dal prefetto del primo di quei dipartimenti un' autorizzazione provvisoria di navigazione per far arrivare la barca al luogo della sua destinazione. Su tale domanda verrà consultata la commissione di sorveglianza.

Articolo 15.° L' autorizzazione provvisoria non dispensa il proprietario della barca dall' obbligo di ottenere un permesso definitivo di navigazione allora che questa barca sarà giunta al luogo della sua destinazione.

SEZIONE QUINTA.

Disposizione transitorie.

Articolo 16.° È accordato un periodo di tre mesi, dalla data della pubblicazione della presente ordinanza, agli attuali detentori di un permesso di navigazione, per uniformarsi alle suesposte disposizioni, e chiedere un nuovo permesso, che verrà loro accordato, se tutto è in regola, dall' autorità competente. Trascorso questo periodo, gli antichi permessi di navigazione saranno considerati come nulli.

TITOLO SECONDO.

Delle macchine a vapore che servono di motori alle barche.

SEZIONE PRIMA.

Disposizioni relative alla fabbricazione, ed al commercio delle macchine impiegate sulle barche.

Articolo 17.° Nessuna macchina a vapore, destinata ad un servigio di navigazione, potrà essere rilasciata da un fabbricatore, se non abbia subito le prove qui appresso prescritte.

Articolo 18.° Le prove verranno fatte alla fabbrica, per ordine del prefetto, sulla dichiarazione del fabbricatore.

Articolo 19.° Le macchine provenienti dall' estero, dovranno parimenti essere provvedute dei medesimi apparecchi di sicurezza come le macchine di origine francesi, e subire le stesse prove. Queste prove verranno praticate nel luogo destinato dal commissionato nella dichiarazione che dovrà fare della importazione.

SEZIONE SECONDA.

Prove delle caldaie e delle altre parti che contengono il vapore.

Articolo 20.° Le caldaie a vapore, i loro tubi bollitori ed i serbatoi del vapore, i cilindri di ghisa delle macchine a vapore, gl' inviluppi di metallo di questi cilindri, non potranno, salva la eccezione portata dall' articolo 28.°, essere stabiliti a bordo delle barche, senza essere stati previamente sottoposti dagl' ingegneri delle miniere, o, in mancanza di essi, dagli ingegneri dei ponti ed argini, ad una prova eseguita col mezzo di una tromba premente.

Nelle barche a vapore è proibito l' uso delle caldaie e dei tubi bollitori di ghisa.

Articolo 21.° La pressione di prova prescritta dall' articolo precedente, sarà tripla della pressione effettiva, od altrimenti della maggiore tensione che aver potrà il vapore nelle caldaie, loro tubi bollitori ed altre parti che contengono il vapore, diminuito della pressione esterna dell' atmosfera.

Articolo 22.° Si faranno le prove caricando le valvule di sicurezza delle caldaie, di pesi proporzionali alla pressione

effettiva, e determinati secondo la regola indicata nell'articolo 31.

Riguardo alle altre parti, il carico di prova sarà applicato sulla valvola della tromba premente.

Articolo 23.° La grossezza delle pareti delle caldaie cilindriche di lamierino o di rame laminato, verrà regolata conforme alla tavola n.° 1 annessa all'ordinanza reale del 22 maggio 1843 (V. *Macchine a* Vapore.)

La grossezza di quelle caldaie, le quali, per le loro dimensioni, e per la pressione del vapore, non si trovassero comprese nella tavola, si determinerà dietro la regola indicata in seguito, alla detta tavola (V. Vapore): tuttavolta questa grossezza non potrà oltrepassare i 15 millimetri.

Le grossezze del lamierino dovranno aumentarsi quando si tratta di caldaie composte, in parte ed in tutto, di facce piane, ovvero di condotti interni, cilindrici o simili che attraversino l'acqua ed il vapore, e servano di focolari o alla circolazione della fiamma. Queste caldaie e condotti debbono inoltre essere, secondo i casi, rinforzati con sufficienti armature.

Articolo 24.° Allorchè sarà risultato che le pareti delle caldaie hanno le grossezze volute, e dopo la prova, si applicheranno alle caldaie, ai loro tubi bollitori ed ai serbatoi del vapore, ai cilindri di ghisa delle macchine a vapore, ed agli inviluppi di ghisa di questi cilindri, suggelli i quali indichino, in numero di atmosfere, il grado di tensione interna, che il vapore non dovrà oltrepassare. Questi suggelli saranno collocati in luoghi che sieno sempre visibili.

Articolo 25.° La prova verrà rinnovata dopo stabilita la macchina nella barca: 1.° se lo domanda il proprietario; 2.° se durante il trasporto o nel momento della collocazione al suo posto, fosse accaduto un qualche guasto; 3.° se si fossero fatte alle caldaie modificazioni o riparazioni qualunque, dopo la prima prova; 4.° se lo trovasse utile la commissione di sorveglianza.

Articolo 26.° Le caldaie a vapore, i loro tubi bollitori e le altre parti che contengono il vapore, dovranno essere provati di nuovo tutte le volte che ciò sarà trovato necessario dalla commissione di sorveglianza.

Quando si avranno fatti cangiamenti, o notabili riparazioni alle caldaie o ad altre parti, i proprietarii delle barche a vapore dovranno notificarli al prefetto. In questo caso saranno indispensabili nuove prove.

Articolo 27.° L'apparato, e la mano d'opera necessarii per le prove verranno forniti dai proprietarii delle macchine e delle caldaie a vapore.

Articolo 28.° Le caldaie che avranno le facce piane non saranno soggette alla prova, ma sotto condizione che la forza elastica, o tensione del vapore, non dovrà mai innalzarsi a più di un'atmosfera e mezza nell'interno di esse.

Sezione terza.

Degli apparecchii di sicurezza di cui debbono essere munite le caldaie a vapore.

§. 1.° *Delle valvole di sicurezza.*

Articolo 29.° Alla parte superiore di ogni caldaia saranno adattate due valvule di sicurezza, collocate verso ognuna alla estremità della caldaia, e più che sia possibile distanti l'una dall'altra.

Il diametro degli orifizii di esse valvule sarà regolato dietro la superficie di riscaldamento della caldaia, e la tensione del vapore nel suo interno, in uniformità alla tavola n.° 2, annessa alla reale ordinanza 22 maggio 1843 (V. *Macchine a* Vapore.)

Articolo 30.° Ogni valvula sarà caricata di un solo peso, che agisca direttamente, o col mezzo di una leva.

Ogni peso dovrà avere l' impronto di un punzone appostovi dalla commissione di sorveglianza. Anche le leve usate nella prova dovranno essere bollate. Nel permesso di navigazione s' indicheranno la misura del peso e la lunghezza della leva.

Articolo 31.° Il massimo carico di ogni valvula di sicurezza sarà determinato moltiplicando per 1chil.,033 il numero delle atmosfere che misura la pressione effettiva, e pel numero di centimetri quadrati di sezione dell' orifizio della valvula.

La larghezza della superficie anulare di appoggio della valvula, non dovrà oltrepassare la trentesima parte del diametro della superficie circolare esposta direttamente alla pressione del vapore, e questa larghezza non dovrà in verun caso eccedere due millimetri.

Articolo 32.° Inoltre sarà adattata alla parte superiore delle caldaie a facce piane, di cui si è parlato all' articolo 28.°, una valvula atmosferica, cioè a dire che si apra dal di fuori al di dentro.

§. 2.° *Dei manometri.*

Articolo 33.° Ogni caldaia sarà munita di un manometro a mercurio graduato in atmosfere ed in frazioni decimali di atmosfera, in modo da far conoscere immediatamente la tensione del vapore nella caldaia.

Il tubo che condurrà il vapore al manometro, sarà direttamente adattato sulla caldaia, e non sul tubo d' uscita del vapore o su qualsiasi altro tubo nel quale il vapore sia in movimento.

Il manometro sarà collocato a vista dell' uomo che attende al fuoco.

Articolo 34.° Tutte le volte che la pressione effettiva del vapore non oltrepasserà le due atmosfere, si userà il manometro ad aria libera, cioè aperto nella parte superiore.

Articolo 35.° Sopra la scala di ogni manometro s' indicherà, in modo visibilissimo, una linea che corrisponderà al numero di questa scala che il mercurio non dovrà abitualmente oltrepassare.

§. 3.° *Dell' alimentazione e degli indicatori del livello dell' acqua nelle caldaie.*

Articolo 36.° Ogni caldaia sarà munita di una tromba alimentare bene costruita e tenuta in buono stato.

Indipendentemente da questa tromba, posta in movimento dalla macchina motrice della barca, ogni caldaia sarà provveduta di un' altra tromba che possa agire, o col mezzo di una macchina particolare, o con le braccia dell' uomo, e destinata ad alimentare la caldaia, se ve ne fosse bisogno, allorchè la macchina motrice della barca non agisce.

Articolo 37.° Il livello che l' acqua dovrà avere ordinariamente nella caldaia verrà indicato all' esterno da una linea segnata in modo visibilissimo sul corpo della caldaia o sul rivestimento del fornello.

Questa linea sarà superiore almeno di un decimetro alla parte più alta dei canali, tubi o condotti della fiamma e del fumo nel fornello.

Articolo 38.° Ad ogni caldaia si adatteranno: 1.° due tubi di vetro indicatori, i quali verranno collocati uno per parte della faccia anteriore della caldaia; 2.° l' uno dei seguenti due apparati, cioè, un galleggiante di sufficiente mobilità; rubinetti indicatori, convenientemente collocati a differenti livelli. Gli apparati indicatori saranno in ogni caso disposti in modo da essere in vista dell' incaricato del fuoco.

Sezione quarta.

Delle barche a varie caldaie.

Articolo 39.° Se in una barca si sono stabilite più caldaie, queste non potranno essere poste in comunicazione che nelle parti sempre occupate dal vapore, e questa comunicazione sarà disposta in modo, che le caldaie possano, al bisogno, reodersi indipendenti le une dalle altre.

In qualunque caso ogni caldaia sarà alimentata separatamente, e dovrà essere munita di tutti gli apparati di sicurezza prescritti dalla presente ordinanza.

Sezione quinta.

Del collocamento degli apparati motori.

Articolo 40.° Lo spazio destinato agli apparati motori dovrà essere abbastanza grande perchè far si possa facilmente il servigio delle caldaie, e visitare tutte le parti degli apparati.

Questo spazio sarà separato dalle sale dei passaggeri con tramezzi di tavole od assiti solidissimamente costruiti ed interamente coperti da una fodera di lamierino di un millimetro almeno di grossezza i cui orli si sovrappongano.

TITOLO TERZO.

Dello scafo delle barche a vapore degli attrezzi e degli equipaggi.

Articolo 41.° Il ponte di ogni barca dovrà essere guernito di parapetti di altezza sufficiente per la sicurezza dei passaggeri.

Tutte le aperture praticate al di sopra delle macchine e delle caldaie, le quali non sieno abitualmente chiuse da imposte,

saranno munite di una grata di ferro o di legno.

Articolo 42.° Da ciascuna parte della barca vi sarà una scala d'imbarco, di legno o di ferro, con un appoggiatoio od una corda a nodi solidamente assicurata.

Articolo 43.° I tamburi che coprono le ruote motrici da ciascuna parte della barca, saranno muniti di una cinta di ferro che discenda assai presso alla superficie dell'acqua, per impedire che le piccole barche s'impegnino nelle pale delle ruote.

Articolo 44.° Quando il camino sarà movibile, e non si troverà posto in maniera da essere in equilibrio sopra il suo asse di rotazione in tutte le posizioni, si stabilirà sopra il ponte della barca un sostegno abbastanza alto per arrestarlo nel caso che cadesse, e prevenire ogni accidente.

Articolo 45.° La linea di acqua che indica il massimo del carico, sarà segnata in modo visibile sopra l'intero contorno dello scafo, presso ai punti di riscontro determinati dal permesso di navigazione.

Articolo 46.° Il nome della barca sarà scritto in grossi caratteri sopra ciascun fianco di essa.

Articolo 47.° Vi saranno in ogni barca: 1.° almeno due ancore le quali possano venir gettate immediatamente; 2.° uno schifo rimurchiato o sospeso a paranchi, in modo da poter al bisogno essere messo immediatamente in acqua; le dimensioni di questo schifo saranno determinate dal prefetto, dietro il parere della commissione di sorveglianza; 3.° un gavitello di salvamento di sovero sospeso alla poppa; 4.° una mannaia in buono stato a portata del timoniere; 5.° una campana per dare gli avvisi necessarii; 6.° una cassetta di fumigazione per somministrare soccorsi agli asfissiati; 7.° ma-

nometri di ricambio, come pure tubi indicatori di ricambio.

Articolo 48.° Se la barca è esposta ad essere spinta accidentalmente in mare, sarà munita delle carte ed istrumenti nautici necessari a quella navigazione.

Articolo 49.° Oltre al capitano, al timoniere, ed ai marinai che formano l' equipaggio, vi sarà a bordo di ogni barca un artefice meccanico, e quanti incaricati del fuoco esigerà il servigio dell' apparato motore.

Articolo. 50.° Nessuno potrà essere impiegato in qualità di capitano o di meccanico, se non se dietro la produzione di certificati di sua capacità rilasciati nelle forme che saranno determinate dal ministero dei lavori pubblici.

TITOLO QUARTO.

Misure diverse relative al servigio delle barche a vapore.

SEZIONE PRIMA.

Stazione, partenza ed ormeggio delle barche.

Articolo 51.° In tutti i luoghi ove sarà possibile, verrà stabilito alle barche a vapore un luogo di stazione distinto da quello delle altre barche.

Articolo. 52.° Quando la disposizione dei luoghi, il permetta, potrà venire accordato ad ogni impresa di barche a vapore, uno spazio particolare di cui abbia a godere l' uso esclusivo, nel qual caso dovrà eseguire a sue spese, le operazioni necessarie per facilitare l' imbarco e lo sbarco dei passaggeri e delle merci.

Questa concessione, sempre rivocabile, verrà accordata dal prefetto il quale ne determinerà le condizioni.

Articolo 53. In caso di concorrenza fra due o più imprese, le ore della partenza saranno stabilite dal prefetto in modo da evitare gli accidenti che derivare potrebbero dalla gara.

Articolo 54.° Per ciascun luogo, un decreto prefettizio determinerà le condizioni di solidità e stabilità delle barchette destinate al servigio d' imbarco e sbarco dei passaggeri, il numero delle persone che queste barche potranno ricevere, ed il numero dei marinai necessarii per condurle.

Il podestà (maire) del comune rilascierà il permesso del servizio dopo essersi assicurato che le barche sieno conformi alle disposizioni prescritte di sicurezza, e che i marinai adempiano le condizioni volute dalla legge.

Articolo 55.° Nei punti ove il servigio delle barchette fosse pericoloso, i prefetti potranno proibirne l' uso.

Articolo 56.° Nessuna barca a vapore lascerà il punto della partenza e i luoghi di stazione durante la notte, nè con un tempo nebbioso, di ghiaccio o di straripamenti, senza un permesso speciale rilasciato dall' autorità incaricata della polizia locale.

Articolo 57.° I prefetti prescriveranno le disposizioni necessarie in ogni luogo per evitare gli accidenti che potessero avvenire all' atto della partenza o dall' arrivo delle barche.

SEZIONE SECONDA.

Viaggi e manovre delle barche.

Articolo 58.° Se due barche a vapore, andando in senso inverso si incontrano, quella che discende rallenterà il suo corso, ed ogni barca seguirà la parte del canale di navigazione che è alla sua destra. Se le dimensioni di questo canale sono

tali che non rimanga fra le parti più sporgenti delle barche uno spazio libero di almeno 4 metri, la barca che risale si fermerà, e, per riprendere il suo cammino, attenderà che quella che discende abbia superato il passaggio. Nei canali soggetti alle maree si reputa che la barca la quale va nella direzione del flusso sia quella che discende.

Se l'incontro avviene fra due barche che camminino nella stessa direzione, quella che sarà innanzi occuperà il canale di navigazione alla sua destra; quella che sarà di dietro, alla sua sinistra.

Se le dimensioni del canale non permettono il passaggio di due barche, quella che si troverà indietro rallenterà il suo corso, ed attenderà che il passo sia libero per riprendere la sua velocità.

Decreti prefettizii stabiliranno i passi nei quali è proibito alle barche a vapore di scambiarsi o di passarsi innanzi, e determineranno i limiti di ognuno di questi passi, relativamente a punti facilmente riconoscibili.

Articolo 59.° I prefetti determineranno parimenti le precauzioni da aversi all'avvicinamento dei ponti, sostegni ed altre opere d'arte, tanto per la sicurezza dei passaggeri, che per la conservazione di queste opere.

Articolo 60.° I capitani delle barche a vapore non faranno veruna manovra per attraversare o ritardare il cammino delle altre barche a vapore, o di qualunque barca. Ogni qualvolta la continuazione del cammino potesse dar luogo ad accidenti, rallenteranno la velocità delle loro barche, ed occorrendo, faranno che si fermino.

Articolo 61.° Ogni barca a vapore che viaggia durante la notte, terrà continuamente due fanali accesi, l'uno dinanzi, e l'altro sul di dietro. Questi due fanali saranno coi vetri bianchi quando la barca discenderà, e con vetri rossi quando risalirà.

In caso di nebbia, il capitano farà suonare continuamente la campana della barca per evitare gli urti.

Articolo 62.° I capitani delle barche a vapore potranno, ad eccezione del caso preveduto dall' articolo 55, prendere o deporre in viaggio passaggeri o merci, che verranno trasportati con barchette; ma dovranno far arrestare l'apparato motore della barca, affinchè possano queste barchette avvicinarsi senza pericolo. Dovendo esse accostarsi al bordo, si legheranno alla barca a vapore, la quale non dovrà continuare il suo corso se non quando le barchette si saranno allontanate.

Articolo 63.° I capitani rassegneranno all' autorità incaricata della polizia locale, i fatti che interessare potessero la sicurezza della navigazione.

Sezione terza.

Condotta del fuoco, e degli apparati motori.

Articolo 64.° Il meccanico, sotto l'autorità del capitano, presiederà all' accendimento del fuoco avanti la partenza, manterrà in buon essere tutte le parti dell' apparato motore, si assicurerà che operino a dovere, e che gli incaricati del fuoco sieno in istato di far bene il loro servigio. Durante il viaggio li dirigerà e si occuperà indefessamente della condotta della macchina.

Articolo 65.° A bordo di ogni barca sarà tenuto un registro di cui tutte le pagine esser dovranno numerate e sottoscritte dal podestà della comune ove ha sede la impresa e sul quale il meccanico scriverà d'ora in ora: 1.° l'altezza del manometro; 2.° l'altezza dell'acqua nella caldaia relativamente alla linea di livello;

3.° il luogo ove si troverà la barca. Al termine di ogni viaggio, il meccanico sottoscriverà queste indicazioni di cui certificherà l'esattezza.

Articolo 66.° È proibito ai proprietarii delle barche a vapore ed ai loro agenti, di far agire gli apparati motori sotto una pressione superiore a quella determinata nel permesso di navigazione, e di nulla operare che possa distruggere e diminuire l'efficacia dei mezzi di sicurezza onde questi apparati sono provveduti.

SEZIONE QUARTA.

Disposizioni relative ai passaggeri.

Articolo 67.° È proibito lasciare che alcun passaggero entri nel locale dove è l'apparato motore.

Articolo 68.° Indipendentemente dal registro del meccanico, sarà tenuto, in ogni barca a vapore un altro registro, le cui pagine saranno tutte, come si è detto nell'articolo 65, numerate e sottoscritte, sul quale i passaggeri avranno la facoltà di scrivere le loro osservazioni sopra ciò che riguardare potesse la partenza, il cammino e la manovra della barca, le avarie o accidenti qualunque, e la condotta dell'equipaggio: queste osservazioni dovranno essere sottoscritte dai passaggeri che le faranno. Il capitano potrà anch'esso scrivere sopra questo registro le osservazioni che troverà convenienti, non che tutti i fatti che crederà importante di far attestare dai passaggeri.

Articolo 69.° In ogni sala ove stanno i passaggeri, sarà affissa una copia del permesso di navigazione, ed una tabella che indichi: 1.° la media durata dei viaggi, tanto salendo che discendendo, avuto riguardo all' altezza delle acque; 2.° la durata delle stazioni; 3.° il massimo numero dei passaggeri; 4.° la facoltà che hanno questi di scrivere sul registro, aperto a questo oggetto, le loro osservazioni; 5.° la tariffa dei posti.

TITOLO QUINTO.

Sulla sorveglianza amministrativa delle barche a vapore.

Articolo 70.° In que' dipartimenti nei quali esisteranno barche a vapore, i prefetti istituiranno una o più commissioni di sorveglianza.

Gli ingegneri delle miniere, e quelli dei ponti ed argini ne faranno necessariamente parte.

Articolo 71.° Le commissioni di sorveglianza, indipendentemente dalle funzioni loro attribuite dagli art. 5, 6, 7, 8 e 14, visiteranno le barche a vapore almeno ogni tre mesi, ed ogni qual volta lo crederà conveniente il prefetto.

I membri di queste commissioni potranno inoltre fare individualmente visite più frequenti.

Articolo 72.° Nelle sue visite la commissione di sorveglianza verificherà se sieno eseguite le misure prescritte dalla presente ordinanza, e dal permesso di navigazione.

Riconoscerà lo stato dell'apparato motore e quello della barca; si farà presentare il registro tenuto dal meccanico, e quello destinato a ricevere le osservazioni dei passaggeri.

Articolo 73.° La commissione dirigerà al prefetto l'atto verbale di ognuna di queste visite. In questo atto verbale rassegnerà le proprie proposte sulle misure da prendersi se l'apparato motore o la barca non presentassero più sufficienti guarentigie di sicurezza.

Articolo 74.° Dietro le proposte della commissione di sorveglianza, il prefetto ordinerà, quando occorra, il riattamento

od il cambio di tutte quelle parti dell'apparato motore o della barca, un più lungo uso delle quali presentasse pericoli. Potrà sospendere il permesso di navigazione fino alla compiuta esecuzione di queste misure.

Articolo 75.° In tutti i casi nei quali, in conseguenza della ineseeuzione delle disposizioni della presente ordinanza, fosse compromessa la pubblica sicurezza, il prefetto sospenderà, ed al bisogno rivocherà, il permesso di navigazione.

Articolo 76.° I podestà (maires), aggiunti e commissarii di polizia, gli uffiziali del porto, od ispettori della navigazione, eserciteranno una giornaliera sorveglianza sulle barche a vapore, tanto nei punti di partenza e di arrivo che nei luoghi di stazioni intermedie.

Articolo 77.° I proprietarii delle barche a vapore saranno obbligati di ricevere a bordo, e di trasportare gratuitamente gli ispettori di navigazione, i guardiani dei canali, od altri agenti che fossero incaricati specialmente della polizia, e della sorveglianza di quelle barche.

Articolo 78.° Se fossero avvenute avarie tali da compromettere la sicurezza della navigazione, l'autorità incaricata dalla polizia locale potrà sospendere i viaggi della barca; dovrà informarne sul momento il prefetto.

In caso di accidente, essa si porterà immediatamente sui luoghi, e l'atto verbale della sua visita sarà rimesso al prefetto, e, se vi ha luogo, al procuratore del re.

La commissione di sorveglianza si porterà parimenti sui luoghi senza ritardo, per visitare le macchine, riconoscerne lo stato, ed indagare la causa dell'accidente; e su tutto ciò dirigerà una relazione al prefetto.

TITOLO SESTO.

Disposizioni generali.

Articolo 79.° Le macchine e le caldaie a vapore, impiegate per qualunque uso sulle barche stazionarie, sono sottoposte a tutte le condizioni di sicurezza prescritte dalla presente ordinanza.

Articolo 80.° Se, a motivo di un modo particolare di costruzione di certe macchine o caldaie a vapore, divenisse inutile l'applicazione a queste macchine o caldaie di una parte delle misure di sicurezza prescritte dalla presente ordinanza, il prefetto, dietro parere della commissione di sorveglianza, determinerà le condizioni sotto le quali queste macchine saranno autorizzate. In questo caso i permessi di navigazione non saranno rilasciati dal prefetto che allor quando avranno ottenuto l'approvazione dal ministro dei pubblici lavori.

Articolo 81.° I proprietarii delle barche a vapore dovranno adattare alle macchine ed alle caldaie adoperate sulle barche, que'congegni di sicurezza che potessero venire scoperti in seguito, i quali venissero prescritti da regolamenti di pubblica amministrazione.

Articolo 82.° Dal ministro secretario di stato al dipartimento dei pubblici lavori, verrà pubblicata una istruzione sulle misure di precauzione abituali da osservarsi nell'impiego delle macchine e delle caldaie a vapore stabilite sulle barche.

Questa istruzione dovrà essere affissa stabilmente nei luoghi ove trovansi quelle macchine e caldaie.

Articolo 83.° La navigazione e la sorveglianza delle barche a vapore dello stato sui fiumi e canali, sono regolate da disposizioni speciali.

Articolo 84.° Le attribuzioni date ai

prefetti dei dipartimenti con la presente ordinanza, verranno eseguite dal prefetto di polizia in tutta l' estensione del dipartimento della Senna, e nei comuni di Saint-Cloud, di Meudon e Sevres, del dipartimento di Seine-et-Oise.

Articolo 85.° Vengono annullate con ciò le ordinanze reali 2 aprile 1823, e 25 maggio 1828, relative alle barche a vapore, ed alle macchine e caldaie a vapore impiegate sulle barche.

Articolo 86.° Il ministro secretario di stato al dipartimento de' pubblici lavori, è incaricato della esecuzione di questa ordinanza.

A questo regolamento va unita, come dicemmo, e per la sua migliore osservanza e per maggiore sicurezza, una Istruzione sulle precauzioni da osservarsi nell' uso delle macchine a vapore per le barche che navigano sui fiumi e sui canali. Interessantissima è questa pel buon andamento della navigazione a vapore, ed è del tenore che segue.

§. 1.° *Osservazioni generali*.

Il proprietario di una barca a vapore dee avere la maggior cura nella scelta del capitano e del meccanico, che saranno incaricati della condotta della barca, e di quella dell' apparato motore.

Il capitano dee avere una esatta conoscenza del canale sul quale naviga la barca.

Il meccanico dee conoscere tutte le parti della macchina a vapore, gli apparati di sicurezza de' quali è provveduta la caldaia, e l' uso di ognuno di essi; essere capace di condurre abilmente la macchina e di eseguire con prontezza le manovre ordinate dal capitano; mantenere la macchina in buono stato, sapere quali sieno le precauzioni da aversi alla partenza, od all' arrivo della barca e nelle stazioni di essa, ed in caso di accidenti, durante il cammino. Il capitano ed il meccanico esser devono sobrii, prudenti, attenti, scevrii di ogni difetto che potesse turbare o distogliere la loro attenzione durante il lavoro, e far perdere ad essi di vista che dalla loro vigilanza dipendono la sicurezza della barca e la vita dei passaggeri.

§. 2.° *Visita e nettamento della caldaia e della macchina*.

Dopo ogni viaggio il meccanico dee visitare minutamente, in tutte le sue parti, la caldaia e la macchina. Vuota e netta la caldaia ogni qual volta sia ciò necessario, affinchè i sedimenti non si accumulino nell' interno, e formino depositi induriti, e incrostati i quali aderirebbero alle pareti. Verifica se sieno in buono stato le valvule, le trombe alimentatrici, il manometro, e gli indicatori del livello dell' acqua. Netta e pulisce la macchina, visita le parti mobili, come i distributori, le valvule, gli stantuffi; stringe e rinnova le guerniture degli stantuffi, e dei distributori; e finalmente rimette in ordine, fa riparare o cangiare, occorrendo, tutte quelle parti dell' apparato motore che presentano disordini o guasti.

Se il meccanico riconosce che una caldaia, per motivo della sua forma, non possa essere visitata e nettata compiutamente, e che possano fissarsi ed accumularsi in qualche punto sedimenti melmosi o tali da formar croste, ne avvertirà il proprietario della barca.

§. 3.° *Dell' accendimento del fuoco e della partenza*.

Il meccanico dovrà recarsi a bordo tanto prima della partenza quanto basti perchè possa presiedere all' accendimento del fuoco. Si assicurerà nuovamente se

sieno in ordine la valvula, il manometro e gli indicatori del livello dell'acqua. Prima di far accendere il fuoco, farà attenzione che le caldaie sieno piene d'acqua sino al livello della linea segnata sul corpo delle caldaie o sui rivestimenti dei fornelli. Al momento della partenza porrà in moto la macchina dietro l'ordine del capitano, e la manovrerà egli stesso, fino a che la barca sia in pieno canale, ed abbia preso il corso ordinario.

§. 4.° *Dei doveri del meccanico durante il cammino.*

Durante il cammino, quando il meccanico non dirige egli stesso la macchina, non dee ciò nullameno abbandonare il locale dell'apparato motore che per pochi momenti; dovrà sorvegliare continuamente la condotta e la manovra di quelli che attendono al fuoco o degli assistenti che sono soggetti ai suoi ordini.

Dovrà dirigere personalmente la macchina quando la barca si ferma per prendere o sbarcare passaggeri o merci trasportate sopra barchette.

Accadendo che una barca s'incagli in un banco di sabbia, il meccanico farà agire la macchina con grandi precauzioni, nella direzione indicata dal capitano, guardandosi bene dall'accrescere il peso sulle valvole per aumentare la tensione del vapore. Una barca fortemente arenata, non può venire disimpegnata dalla macchina: l'equipaggio dee agire con ispuntoni che s'appoggiano sul fondo del canale, e quando questo mezzo non sia sufficiente, conviene alleggerire la barca, e ricorrere a cavalli di alzaia, o ad un rimurchio. Nel frattempo che la barca è così arrestata, il meccanico dee rallentare l'attività del fuoco, aprire un'uscita al vapore per una delle valvole, alimentare la caldaia, e condorsi interamente, come si dirà qui appresso parlando delle stazioni delle barche.

Se la forza della macchina è insufficiente per vincere una corrente troppo rapida, il meccanico non dee sforzare la tensione del vapore per vincere quell'ostacolo; nè dee farlo parimenti per superare in velocità un'altra barca.

Il meccanico esaminerà assai frequentemente la situazione del livello dell'acqua in ciascheduno dei tubi di vetro indicatori che sono collocati alle due parti della faccia anteriore della caldaia. Se si accorge che la barca abbia preso una posizione molto inclinata, in modo che le pareti dei canali o condotti della fiamma e del fumo posti su di una parte, venissero a risultare al di sopra della superficie dell'acqua nell'interno della caldaia, ne avvertirà sul momento il capitano, che dovrà far drizzare la barca, o col trasportare una parte del carico, e pregando i passaggeri di trasportarsi sul lato più alto della barca.

Se riconoscesse che il livello medio dell'acqua nella caldaia fosse disceso, per una circostanza fortuita, al di sotto della parte superiore dei canali o condotti della fiamma e del fumo, aprirà immediatamente le porte dei focolari per rallentare la combustione e far cessare la fiamma, ma non dovrà assolutamente sollevare le valvule di sicurezza, avvertirà il capitano e lascerà aperte le porte dei focolari senza caricare nuovo combustibile sopra la grata, fino a che l'alimentazione abbia ricondotto il livello dell'acqua all'altezza ordinaria nell'interno della caldaia.

Il meccanico dovrà d'ora in ora segnare nel registro a ciò destinato:

1.° L'altezza del manometro.

2.° L'altezza dell'acqua nella caldaia in relazione alla linea d'acqua.

3.° Il luogo ove trovasi la barca.

Al termine di ogni viaggio sottoscrive le sopraddette indicazioni, della cui esattezza è responsabile.

§. 5.° *Delle stazioni.*

Nell' avvicinarsi ai punti di stazione il meccanico dee assumere egli stesso la direzione della macchina.

Subito che questa cessa di agire, dee aprire le porte dei focolari per rallentare l' attività della combustione; se la tensione del vapore nella caldaia si avvicina al limite che non dee oltrepassare e che è indicato dal manometro o dal sollevamento delle valvule di sicurezza, aprirà una di queste ultime, e la terrà sollevata per dare libera uscita al vapore, sino a che la sua tensione indicata dal manometro sia discesa molto al di sotto del suo limite massimo; nello stesso tempo farà alimentare la caldaia col mezzo della tromba ausiliaria mossa da una piccola macchina particolare, od a braccia, affinchè la caldaia sia riempita fino all' altezza della linea di acqua segnata esternamente sopra il corpo del fornello; dall' esame del livello dell' acqua nei due tubi di vetro indicatori, verificherà se la barca è dritta in senso trasversale, e nel caso che fosse tanto fortemente inclinata da una parte che l' acqua lasciasse scoperto uno dei canali al di sopra del suo livello ne avvertirà il capitano.

Alcuni momenti prima della partenza chiuderà la valvula se fosse rimasta aperta, aumenterà il fuoco per crescere la tensione del vapore, disporrà tutto per esser pronto a manovrare, e finalmente porrà la macchina in moto dietro l'ordine del capitano.

§. 6.° *Dell' arrivo.*

Avvicinandosi al punto di arrivo della barca, il meccanico assumerà egli stesso la direzione della macchina.

Dopo l' arrivo in porto, presiederà al nettamento delle grate, ed allo spegnimento del fuoco. Prima di allontanarsi dal locale della macchina, si assicurerà che i fuochi sieno spenti, che non siavi alcun pericolo d' incendio, e che tutto sia perfettamente in ordine nel locale della macchina.

In America le leggi sulle barche a vapore erano assai poco severe, e avevansi pur troppo a deplorare disgrazie più che in qualsiasi altro paese. Nel 1838 si stabilì una legge, le cui principali disposizioni sono le seguenti. Ogni anno deesi fare una ispezione delle barche a vapore, facendosi un atto verbale che indichi la data della costruzione della barca e del momento in cui cominciò a prestare servigio. Ogni semestre si visitano le caldaie, e si fa un atto verbale che affiggesi in copia a bordo della barca. È stabilito che sopra ciascuna barca v' abbia ad essere il numero necessario di operai abili ad attendere al fuoco, e che nel caso di trascuranza i proprietarii della barca saranno responsabili di tutti i danni cagionati alle proprietà dei passaggeri per lo scoppio o per qualsiasi sconcerto della macchina sotto pena di una multa di 200 dollari. Ogni qualvolta le barche si arresteranno per ricevere o deporre passaggeri o per provvedersi di carbone, si aprirà la valvola di sicurezza per iscemare la pressione nella caldaia sotto pena di 300 dollari. Le barche le quali navigheranno sui laghi o sull' Oceano, di portata non maggiore che 200 tonnellate, avranno sempre due schifi capaci di contenere almeno venti persone per cadauno. Le barche più grandi ne avranno tre, sotto pena di 300 dollari. Qualunque barca a vapore avrà una macchina ed una tromba in buon ordine, adoprerà catene di ferro invece di corde, e qualsiasi barca che navighi fra il tramonto ed il levare del sole, porterà lanterne, sotto pena di 200 dollari. Qual-

siasi capitano, piloto, incaricato del fuoco, od altro impiegato a bordo della barca, la cui trascuranza nella condotta o disattenzione abbia prodotto la morte di un passaggero, sarà dichiarato reo di omicidio per imprudenza, e assoggettato a processo e condannato a dieci anni di lavori forzati. In qualsiasi azione promossa contro i proprietarii di barche a vapore, lo scoppio della caldaia, la caduta del camino o la dispersione nociva del vapore si riguarderanno come sufficiente presunzione per giustificare il sospetto di trascuranza relativamente al proprietario od ai suoi impiegati, fino a che non abbiano potuto provare il contrario.

Le misure adottate nell' Austria ci sembrano insufficienti. La visita ed esame primitivo della caldaia è assai meno utile e necessario, senza confronto che nol sieno gli esami successivi annuali o semestrali di essa. Difficilmente un fabbricatore o proprietario si porranno al rischio di adattare alle loro macchine caldaie deboli troppo; ma siccome la durata di queste caldaie, massime sulle barche pel mare, non è molto lunga, e neppure uniforme, potendosi per molte circostanze eventuali affrettarsene i guasti, come per la qualità del combustibile più o meno solforoso, per le cure più o meno diligenti di nettar la caldaia e simili; e siccome l' abbandono delle caldaie ed il cangiamento di esse, od anche soltanto il farvi grandi riattamenti trae seco spese molto ingenti, così si ha ben più a motivo di temere che, o per mancanza di mezzi, o per mala intesa economia, i proprietarii tardino tanto a eseguire questi rimedii da compromettere la sicurezza della barca e dei passaggeri. Inoltre sarebbe utile che si sorvegliasse eziandio quanto si riferisce alla costruzione della macchina, e principalmente di quella parte di essa donde dipende l' alimentaziona delle caldaie e la costanza di livello in esse, circostanza più di ogni altra forse influente ad evitare lo scoppio delle caldaie. La legge francese, se è forse di soverchio rigorosa, provvede tuttavia quasi pienamente a questi bisogni, ed è anche perciò che l' abbiamo riferita ad esempio. Le istruzioni da tenersi affisse a bordo nel locale dove è la macchina sono anche esse utilissima precauzione per ricordare continuamente ai macchinisti ed agli incaricati del fuoco quelle norme che più interessano al buon andamento della macchina e della barca.

Spinta con ruote. Fra i varii mezzi coi la potenza del vapore si applica per ispignere innanzi le barche crediamo dovere a preferenza, e primieramente parlar delle ruote verticali a pale, essendo quelle che più generalmente tuttora si adoperano. Alcuni cenni sull' antichità molta di questo mezzo di impulsione diedersi e nell' articolo Barca di questo Supplemento (T. II, pag. 217), e nel presente articolo (pag. 453), e qui aggiugneremo soltanto alcune notizie a quelle ivi già riferite.

Antiche medaglie, effigie e bassi rilievi rimangono, che rappresentano navi da guerra dette *liburni*, munite di tre paia di ruote mosse da altrettante paia di buoi. Di più si sa che camminavano col mezzo di ruote girate da questi animali alcune navi che trasportarono in Sicilia un' armata romana durante la prima guerra punica. Nei luoghi sopraccitati si disse delle ruote a pale proposte e descritte nel 1472 da Volturio, nel 1588 da Ramelli, nel 1699 da Duguet, e nel 1723 nelle Memorie dell' Accademia delle Scienze di Parigi; nel 1751 il maresciallo di Sassonia descrisse e propose barche a cavalli con ruote, e nel 1799 il conte Bathiani impiegò questo mezzo per navigare sul Danubio. Finalmente, come abbiamo veduto parlando della storia della navigazione a vapore, le ruote furono il mezzo di spinta

proposto dalla maggior parte di quelli che si occuparono di tale argomento.

Nell'esaminare quanto si riferisce alle ruote a pale applicate alle barche, avremo primieramente a considerare la posizione datasi loro, il modo di fissarne le proporzioni più convenienti, i loro vantaggi ed i loro difetti, e finalmente le modificazioni che vi si fecero per diminuire od evitare questi ultimi. Per alcuni di questi oggetti ricorderemo senza ripeterlo quanto altrove si è detto.

La posizione delle ruote sopra le barche si è molto variata, come si disse agli articoli BARCA del Dizionario (T. II, pagina 349), e del Supplemento (T. II, pag. 209, 210, 217), essendosene applicato talvolta una sola dietro alla poppa o nel mezzo della barca medesima, tal altra due od anche quattro sui fianchi; e si è ivi accennato altresì quali sieno i vantaggi e i difetti che queste differenti disposizioni cagionano. È da notarsi nella esposizione d'industria di Parigi essersi dato un premio a Raimond per essere stato il primo in Francia a collocare la ruota a pale dietro la poppa della nave, e questa medesima proposta essersi tornata in campo nel 1842 da Beaulieu, il quale riteneva che il mal'esito avutosene negli sperimenti anteriori dipendesse dal modo vizioso di trasmissione della forza, dal cattivo collocamento ed altro: non pare tuttavia che abbia fatto il tentativo delle modificazioni da lui stimate utili, o che ne abbia ottenuto alcun buon effetto. Nell'articolo NAVE (pag. 598 del presente volume) si è pur dato alcun cenno intorno alle barche appaiate o foggiate a due coni riuniti, le quali meglio delle altre si prestano a ricevere la ruota nel mezzo ed a lasciare sfuggire l'acqua spinta da quella. Finalmente nell'articolo BARCA (T. II di questo Supplemento, pag. 209) ed in quello NAVE medesimo (pag. 599 del presente Volume) si è detto come talvolta siensi praticati incavi sui fianchi delle barche per nicchiarvi le ruote, e, come si doveva naturalmente aspettarsi, con esito assai cattivo. Oggidì le ruote sogliono porsi verso la prua, presso a poco ai due terzi della lunghezza della barca misurata dalla poppa alla prua, come vedesi nelle fig. 1 e 3 della Tav. VI delle *Arti meccaniche* di questo Supplemento, essendosi riconosciuto farsi ivi la spinta nel modo più favorevole, evitando di agire sull'acqua che sembra correre dietro alla barca per riempiere il vuoto che lascia alla poppa.

La forma della ruote a pale comuni è assai semplice, come si disse nell'articolo BARCA di questo Supplemento, (pag. 318) consistendo di tavole solidamente fissate con chiavarde sui raggi di ruote mosse dall'asse e disposte in modo che stieno nella direzione dei raggi. All'articolo BARCA medesimo vedemmo pure quale soglia farsi il diametro delle ruote a pale per le barche (pag. 221, 223), e come abbia a computarsi così questo diametro, come il numero delle pale che meglio giova adattarvi. Si disse come abbia a regolarsi la altezza e la immersione delle pale affinchè abbiano in tutti i punti una velocità maggiore di quella delle barche. Suolsi stabilire che la quantità onde immergono le pale di queste ruote sia uguale alla loro altezza totale aumentata di 8 a 10 centimetri al più, essendosi riconosciuto questa disposizione essere quella che dà il massimo effetto utile. La larghezza delle pale giova farsi quanto maggiore è possibile, e perchè le ruote non abbiano un diametro eccessivo, che, oltre al renderne più difficile il collocamento sulle barche, darebbe maggior presa al vento per quelle sul mare, e perchè da altra parte, come vedremo meglio più innanzi, quanto più grande è la superficie delle pale tanto più utilmente s'impiega la forza motrice. Questa lar-

ghezza è tuttavia limitata per molte ragioni, fra le quali stanno principalmente sui fiumi e canali il maggior ingombro che recano, e sul mare la difficoltà di dare solidità sufficiente ad esse ed agli appoggi estremi del loro asse.

La velocità delle ruote deve essere sempre maggiore di quella della Barca, come dicemmo a quella parola, e dipenderà dalla grandezza delle pale relativamente alla massima sezione della barca, dovendo essere tanto maggiore quanto più grande sarà la differenza fra queste due superficie. In generale la esperienza ha dimostrato che la velocità più conveniente e quella che cagiona la minor perdita di forza deve essere uguale a quattro nel centro della pala, essendo tre quella della barca, nel qual caso la velocità dell'orlo interno della pala supera di pochissimo quella della barca. Questa proporzione viene oltrepassata in quelle barche nelle quali interessa piuttosto ottenere grandi velocità che di economizzare la forza motrice.

Renwick stabilisce potersi ridurre alle seguenti le regole pratiche per le barche a vapore:

1.° La velocità più utile della circonferenza delle ruote a pale sarà quella di sei piedi e mezzo ($1^{m},98$) al secondo.

2.° Ogni cavallo di forza della macchina spingerà con questa velocità una pala dell'area di un quinto di piede quadrato ($0^{m.q.},0185$.)

3.° La massima velocità assoluta delle pale che dà la massima velocità cui possa giugnere una barca, è di 26 piedi ($7^{m},42$) al secondo.

4.° In un vascello di buona forma questa velocità può ottenersi quando la relazione fra l'area della massima sezione della nave e quella delle pale di entrambe le ruote sta come due ad uno.

5.° Le altre relazioni fra le aree e le velocità che si possono ottenere sono indicate approssimativamente nella tavola che segue.

Proporzione fra la superficie delle pale e la sezione trasversale della barca.	Velocità della circonferenza della ruota al secondo in piedi inglesi	Velocità della barca in miglia all' ora
0,50	. . . 26	. . . 13,2
0,40	. . . 25,2 . . .	. . . 12,57
0,33	. . . 22,5 . . .	. . . 10,73
0,25	. . . 21, . . .	. . . 9,78
0,20	. . . 19,5 . . .	. . . 8,88
0,10	. . . 17,7 . . .	. . . 7,78
0,10	. . . 15,3 . . .	. . . 6,00
0,08	. . . 14,6 . . .	. . . 5,5 .

Considerando teoricamente quanto riguarda la grandezza a velocità delle pale applicata alle barche, è chiaro dover esse percuotere l' acqua in senso opposto a quello in cui si vuol camminare, in guisa da equilibrare con le loro pressioni successive la resistenza che prova la barca. La teorica adunque di quegli apparati consiste nel determinara la relazioni che vi hanno fra:

1.° La sezione resistente della nave;
2.° La velocità di essa;
3.° La sezione resistente delle pale;
4.° La velocità di essa;
5.° La forza motrice da impiegarsi.

Per determinare queste relazioni si supponga una barca posta in un' acqua tranquilla e sieno:

S, La sezione trasversale resistente della barca, che, teoricamente, è la massima seziona trasversale immersa.

s, La superficie resistente delle pale: teoricamente questa superficie è quella di due pale immersa verticali.

v, La velocità della barca.

u, La velocità del centro di pressione delle pale sulla circonferenza che descrivè. Questo centro di pressione è posto ai $\frac{2}{3}$ partendo dall' orlo interno delle pale, o ad un terzo partendo dall' orlo esterno di esse.

R, La resistenza dell' acqua per ogni metro quadrato di superficie verticale immersa che percorra $1^m,00$ al secondo, la quale resistenza varia fra i 50 e 60 chilogrammi.

Le resistenze dei fluidi sono proporzionali ai quadrati della velocità; se adunque la resistenza è R per una velocità di un metro al secondo, per la velocità v della barca, ottiensi la resistenza R' mediante la proporzione $R : R' : : 1 : v^2$; don-

de si ha $R' = R\,v^2$: parimenti se la resistenza è $R\,v^2$ per una superficie 1 animata della velocità v per la superficie S della barca animata dalla stessa velocità, la resistenza è $S\,R\,v^2$. La velocità delle pale alla circonferenza descritta dal centro di pressione essendo u, e la barca trascinandole in senso opposto con la velocità v, la velocità delle pale relativamente all'acqua è $u-v$. La loro superficie resistente è s: quindi, per ciò che si è detto, la resistenza dell'acqua contro le pale è $s\,R\,(u-v)^2$. Essendo uniformi così il movimento della barca che quello delle pale, sono per conseguenza uguali fra loro anche le due resistenze opposte, e si ha $s\,R\,v^2 = s\,R\,(u-v)^2$. Se ne deduce $S\,v^2 = s\,(u-v)^2$ ed $(u-v)^2 = v^2\,\frac{S}{s}$ e

$$u = v\left(1 + \sqrt{\frac{S}{s}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Da questa prima relazione conchiudesi:

1.° La velocità delle pale essere funzione di quella della barca;

2.° $\frac{S}{s}$ essendo costante per una stessa barca, la velocità delle pale essere proporzionale a quella della barca.

u essendo la velocità delle pale, e $s\,R\,(u-v)^2$ la resistenza loro opposta dall'acqua, se T_m rappresenta il lavoro da prodursi al secondo, si ha:

$T_m = R\,s\,(u-v)^2 \times u = R\,S\,v^2\,u.$

Nella qual equazione sostituendo:

1.° Ad u il suo valore in funzione di v;

2.° A v il suo valore in funzione di u, si ottiene:

$$1.°\ T_m = R\,S\,v^3\left(1 + \sqrt{\frac{S}{s}}\right) \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

$$2.°\ T_m = R\,S\,u^3\,\frac{1}{\left(1 + \sqrt{\frac{S}{s}}\right)^2} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Da queste due equazioni deducesi

$$v = \sqrt[3]{\frac{T_m}{R\,S\left(1 + \sqrt{\frac{S}{s}}\right)}} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$u = \sqrt[3]{\frac{T_m\left(1 + \sqrt{\frac{S}{s}}\right)^2}{R\,S}} \quad \ldots \quad (5)$$

I due valori di v ed u differiscono fra loro pel fattore

$$\left(1+\sqrt{\frac{S}{s}}\right),$$

che trovasi alla prima potenza nel dominatore di v, ed alla seconda potenza nel numeratore del valore di u.

Se in queste espressioni facciasi $s = S$ ne viene $v = u$, come in fetto dev' essere.

Importa molto osservare che le variazioni del termine $\frac{S}{s}$ mutano il denominatore del valore di v ed il numeratore di quello di u. Per conseguenza quanto più s è grande maggiore è la velocità della barca e minore quelle delle pale e viceversa, il limite superiore dell' uno essendo il limite inferiore dell' altra.

Ora se consideriamo uno dei due valori di T_m, prendendo il secondo si trova:

$$\text{Per } u = 1 \quad \ldots\ldots \quad T_m = \frac{RS}{\left(1+\sqrt{\frac{S}{s}}\right)^2}$$

$$\text{Per } u = 2 \quad \ldots\ldots \quad T_m = \frac{8RS}{\left(1+\sqrt{\frac{S}{s}}\right)}$$

$$\text{Per } u = 3 \quad \ldots\ldots \quad T_m = \frac{27RS}{\left(1+\sqrt{\frac{S}{s}}\right)^2}$$

cioè, che le quantità della forza da impiegarsi per muovere la barca sono proporzionali ai cubi della velocità.

La velocità delle pale essendo maggiore di quella della barca, per impiegare meno forza che sia possibile si dee fare in guisa che u si riavvicini quanto è possibile a v, cioè dare ad s il maggior valore possibile, lo che pure viene indicato dalla equazione sopra riferite.

Vennero fin qui chiamate S e s le sezioni resistenti della barca e delle pale, dicendo che teoricamente dovevano essere quelle della parte immersa della massima sezione trasversale della barca e delle due pale. Sieno ora x ed y due coefficienti pratici, pei quali devono essere moltiplicate queste sezioni immerse della barca e delle pale per avere le sezioni resistenti che vi corrispondono, si avrà S x per la sezione resistente della barca, e $s\,y$ per la sezione resistente delle pale. Sostituendo questi valori di S e di s nelle equazioni (1, 2, 3, 4, 5) si ottiene:

$$1.^\circ \; u = v\left(1+\sqrt{\frac{Sx}{sy}}\right) \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

$$2.^\circ \quad T_m = R\,S\,x\,v^3 \left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right) \quad . \quad . \quad (7)$$

$$3.^\circ \quad T_m = R\,S\,x\,u^3 \left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right)^2 \quad . \quad . \quad (8)$$

$$4.^\circ \quad v = \sqrt[3]{\frac{T_m}{R\,S\,x\left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right)}} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$5.^\circ \quad u = \sqrt[3]{\frac{T_m}{R\,S\,x}\left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right)^2} \quad . \quad . \quad (10)$$

Applicando queste formule a 13 barche a vapore che navigano sul mare, le dimensioni delle quali si hanno in alcune tavole del secondo volume dell' Atlante del *Génie maritime*, riportate da Campaignac nel suo *Trattato sullo stato attuale della marina a vapore*, determinando x e y dietro i valori della quantità T_m, S, s, v, u, da quelle tavole, si ottiene:

1.° Sostituendo ad u nella formula (10) il suo valore in funzione di v, valore che può rappresentarsi con $r\,v$:

$$r\,v = \sqrt{\frac{T_m}{R\,S\,x}\left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right)^2}$$

2.° Dividendo questa equazione per quella (9)

$$r = \sqrt{\left(1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}\right)^3} = 1+\sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}$$

donde

$$r-1 = \sqrt{\frac{S\,x}{s\,y}}$$

$$\frac{y}{x} = \frac{(r-1)^2}{\frac{S}{s}}$$

3.° Stabilendo questo valore di $\frac{x}{y'}$ nella equazione (9):

$$v^3 = \frac{T\,m^r}{R\,S\,x}$$

donde $x = \frac{T\,m^r}{v^3\,R\,S}$ $\qquad y = \frac{T\,m^r}{s\,v^3\,R\,(r-1)^2}$

e la tavola seguente:

NOMI delle navi	FORZA delle macchine in cavalli	PORTATA in tonnellate di 1000 chilogrammi di merci	RELAZIONE fra la forza motrice in chilogrammetri è la sezione massima immersa in metri quadrati o $\frac{Tm}{S}$	RELAZIONE fra la sezione massima immersa della barca e la superficie immersa delle pale o $\frac{S}{s}$	VELOCITA' della nave in metri o v	RELAZIONI fra la velocità della nave e quelle delle pale o $\frac{u}{v}$	VALORI corrispondenti dei coefficienti x	y	Relazioni fra i coefficienti x ed y, cioè $\frac{x}{y}$
Saint Pierre.	12	51,092	274,00	4,67	3,344	1,565	0,0850	1,24	0,0683
»	20	70,791	376,00	4,22	3,858	1,495	0,0796	1,38	0,0580
Estafette . .	50	137,247	520,00	4,71	4,285	1,305	0,0920	4,67	0,0198
Marseillais .	80	397,799	475,50	6,96	4,285	1,410	0,0775	3,22	0,0241
Mercurio .	80	337,085	460,00	7,25	4,285	1,410	0,0750	3,25	0,0232
Gulnara .	100	310,276	552,00	6,24	4,501	1,360	0,0808	3,90	0,0208
Leopold II	120	524,667	542,00	6,59	4,475	1,375	0,0800	3,74	0,0214
Phoceen . .	120	390,449	765,00	8,82	5,041	1,290	0,0862	3,94	0,0220
Sphinx . .	160	769,057	554,00	6,72	4,630	1,422	0,0715	2,71	0,0265
Mentor . .	160	771,042	580,00	6,86	4,733	1,440	0,0690	2,45	0,0282
Ferdinand II	280	635,864	732,00	»	5,092	»	»	»	»
Medea . .	220	1024,844	590,00	6,88	4,938	1,406	0,0630	2,63	0,0240
Veloce . .	220	1297,004	569,00	8,67	4,861	1,406	0,0635	3,33	0,0190
Media . .	117,50		540,00	6,13	4,520	1,410	0,0755	2,76	0,0274

Dall' attento esame delle tre ultime colonne di questo quadro risulta:

1.° Che i valori di x sono compresi fra 0,063 e 0,092, e quelli di y fra 1,24 e 4,67;

2.° Che i valori di x in generale ten-

dono a diminuire a misura che cresce la forza dell' apparato motore; ma questa diminuzione non è ben distinta, essendovi alcuni valori di x che sonò presso a poco gli stessi per apparati di forze molto diverse, come, per esempio, pel *Phoceen* e pel *Saint-Pierre*;

3.° Che i valori di y in generale tendono a crescere a misura che aumenta la forza dell' apparato motore, cioè in ragione inversa di x; ma neppure questo accrescimento è assolotamente invariabile, essendovi valori di y per apparati di piccola forza che sono superiori a quelli di apparati di forza molto maggiore, come ha luogo per la *Estafette*.

È evidente queste variazioni derivare principalmente dalla forma dello scafo della nave. Dietro questa ipotesi nasce il dubbio se valga meglio adottare termini medii, o piuttosto stabilire valori di x ed y dietro le proporzioni relative degli altri fattori delle formule. Adottando i termini medii, la formula indicherebbe forze motrici minori di quelle realmente necessarie per le barche di piccola dimensione, ed invece forze eccessive per quelle di grandi misure; sicchè si vede valer meglio far variare le quantità x ed y secondo i vari casi che possono presentarsi.

Osservasi per tal fine che delle sei colonne di dati che contiene la tavola sopra riferita due sole avvene realmente che influiscano notabilmente sui valori di x ed y, cioè:

La colonna delle relazioni fra S ed s.

La colonna delle relazioni fra u e v.

Ora, se consideransi le due navi qui sotto, si trova:

Pel *Marseillais* . $\frac{S}{s} = 6{,}96$, $\frac{u}{v} = 1{,}41$, $\frac{x}{y} = 0{,}0241$

Per la *Medea* . . . . 6,88 . . . 1,406 . . . 0,0240.

Questo risultamento sembra indicare che quando sono uguali le relazioni fra S e s, e fra u e v anche le relazioni fra x ed y sieno uguali.

Adottando questa massima, ne risulta che qualunque sia la forza della nave per $S = 6{,}965$ ed $u = 1{,}410$, si ha sempre $x = 0{,}02419$.

Ora, se consideriamo i valori di $\frac{u}{v}$ che si avvicinano di 1,41, vediamo che quando i valori da $\frac{S}{s}$ aumentano, quelli di $\frac{x}{y}$ diminuiscono, e viceversa.

Parimenti, se si considerano i diversi valori di $\frac{S}{s}$ che si avvicinano a 7, vediamo che quando i valori di $\frac{u}{v}$ aumentano cresce anche quello di $\frac{x}{y}$.

Si può quindi formare il quadro seguente, del quale non può guarentirsi la perfetta esattezza, ma che dà risultamenti più della media analoghi a quelli che danno praticamente le navi onde si è parlato.

Quadro dei diversi valori di $\frac{x}{y}$ che corrispondono ai diversi valori di $\frac{S}{s}$ e di $\frac{u}{v}$.

Valori di $\frac{S}{s}$	Valori di $\frac{u}{v}$						
	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55
4,0 .	0,018	0,022	0,028	0,036	0,046	0,058	0,072
4,5 .	0,017	0,021	0,026	0,034	0,042	0,054	0,068
5,0 .	0,016	0,020	0,024	0,032	0,039	0,050	0,064
5,5 .	0,015	0,019	0,023	0,030	0,036	0,046	0,060
6,0 .	0,014	0,019	0,022	0,028	0,033	0,042	0,056
6,5 .	0,013	0,018	0,021	0,026	0,031	0,039	0,052
7,0 .	0,013	0,018	0,020	0,024	0,028	0,036	0,048
7,5 .	0,012	0,017	0,019	0,022	0,026	0,033	0,044
8,0 .	0,012	0,016	0,018	0,020	0,024	0,030	0,040
8,5 .	0,011	0,015	0,017	0,019	0,022	0,028	0,036
9,0 .	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,026	0,032
9,5 .	0,010	0,013	0,015	0,017	0,019	0,024	0,029
10,0 .	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,022	0,026

Non basta tuttavia il conoscere i valori di $\frac{x}{y}$, ma bisogna ancora conoscere una di queste due quantità.

Per determinare x si osservi primieramente essersi verificato per esperienza che la sezione resistente delle navi decresce a misura che aumenta la velocità con cui camminano. In secondo luogo, paragonando fra loro navi che abbiano la medesima velocità, si trova:

Estafette . . $v = 4,285$ . . $S = 7,211$ . . . $x = 0,0920$
Marseillais . $v = 4,285$ . . $S = 12,604$ . . . $x = 0,0775$
Mercurio . . $v = 4,285$ . . $S = 13,071$ . . . $x = 0,0750$

Parimenti

Gulnare . . $v = 4,500$ . . $S = 13,523$ . . . $x = 0,0808$
Leopold II . $v = 4,475$ . . $S = 16,604$ . . . $x = 0,0800$

cioè, quanto più grandi sono le massime sezioni immerse, tanto più deboli sono i valori di x. Qesto x adunque decresce per l'aumento della velocità e della massima sezione, cioè col crescere delle dimensioni della nave, e si ha il quadro seguente, di cui non può guarentirsi la perfetta esattezza, ma che è preferibile ad un valore medio di x.

Tavola dei diversi valori di x corrispondenti ai diversi valori di S e di v.

VALORI di S in metri quadrati	VALORI DI v IN METRI AL SECONDO								
	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
3	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	00,80	0,078	0,076
4	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074
5	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072
7	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070
10	0,084	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068
13	0,082	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,066
16	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064
20	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062
25	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060
30	0,074	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058
35	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058	0,056
40	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058	0,056	0,054
45	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058	0,056	0,054	0,052
50	0,066	0,064	0,062	0,060	0,058	0,056	0,054	0,052	0,050

Paragonando i valori di x e quelli di $\frac{x}{y}$ dati da questi quadri a quelli dati dall' esperienza, si trova

Nomi delle navi	Valori di x		Valori di $\frac{x}{y}$	
	Secondo la tavola	Reali	Secondo la tavola	Reali
Saint Pierre	0,091	0,0850	0,066	0,0683
»	0,087	0,0796	0,056	0,0580
Estafette	0,081	0,0920	0,021	0,0198
Marseillais	0,077	0,0775	0,024	0,0241
Mercurio	0,077	0,0750	0,023	0,0232
Gulnare	0,076	0,0808	0,022	0,0208
Leopold II	0,074	0,0800	0,024	0,0214
Phoceen	0,076	0,0862	0,022	0,0220
Sphinx	0,071	0,0715	0,027	0,0265
Mentor	0,070	0,0690	0,029	0,0282
Medea.	0,067	0,0630	0,025	0,0240
Veloce	0,066	0,0635	0,019	0,0190

Come si vede, i valori di $\frac{x}{y}$ possono ritenersi per esatti; quelli di x lo sono meno, il che sembra indicare esservi un altro fatture, oltre a S e v, che inflnisce sul valore di questa quantità. Siccome tuttavia i valori di x sono maggiori di quelli esatti, e come d' altra parte sostituiti nella formula (7)

$$T_m = R\, S\, x\, v^2 \left(1 + \sqrt{\frac{S\, x}{s\, y}}\right)$$

danno per T_m valori in generale superiori a quelli che sono strettamente necessarii, così sembra che si possano adottare senza inconveniente.

Ci siamo estesi in tutti questi particolari intorno alle ruote a pale ed alla maniera di calcolarne le dimensioni, perciò che, come dicemmo, sono il mezzo di spinta più generalmente adottato, e quello che sembra perciò ritenersi il più vantaggioso. Non perciò è da dissimularsi che, malgrado questo favore, non sono esenti di molti e gravi difetti, i quali andremo qui annoverando.

1.° Non fanno desse avanzare la barca se non se spignendo indietro l' acqua con tale velocità da trovare un appoggio nella massa di essa, la quale pertanto cede sempre alquanto e cammina in senso opposto, impiegandosi ad ottenere questo effetto buona parte della forza motrice. Questa perdita è tanto maggiore quanto più è piccola la superficie delle pale relativamente alla sezione trasversale delle barche, sicchè, se queste sono assai grandi, taluni calcolano che si perda per questa sola ragione 0,59 della forza motrice, il moto progressivo essendo proporzionato all' ec-

cesso di velocità delle pale su quella dell' acqua che sfugge spinta da esse.

2.° Questo danno viene reso ancora maggiore dal moto della barca che porta l' asse e le ruote all' innanzi, cioè in senso opposto a quello in cui le pale devono spignere l' acqua. Perciò con le grandi velocità della barca dee crescere altresì la velocità delle ruote, e l' effetto loro è proporzionatamente sempre minore.

3.° Contribuisce eziandio ad aumentare tale inconveniente la circostanza che le pale cercano il punto d' appoggio nella parte più rapida della corrente prodotta dall' acqua che tende a riempiere il vacuo lasciato dalla barca, pel che occorre pure aumentare la rapidità del moto delle ruote, e la velocità ottenuta è sempre minore e maggiore la forza perduta, quanto più velocemente sfugge il punto d' appoggio. Per tale motivo parimenti le ruote danno assai poco effetto utile nel risalire le correnti, cioè quando appunto occorre uno sforzo più intenso.

4.° Nelle barche assai grandi di più che 300 cavalli è impossibile fare le ruote di tale grandezza che consumino tutta la forza della macchina, donde ne viene in tal caso un aumento di perdita di forza.

5.° Ogni pala movendosi immersa nel liquido tende a fare dinanzi a sè un vuoto che l' acqua tarda a riempire, producendosi ivi conseguentemente una resistenza simile a quella della scia che ha luogo alla poppa. Questo danno è tanto più grave quanto maggiore è la velocità delle pale, a tal che, se questa giugnesse ad un dato limite, le ruote potrebbero girare senza che la barca menomamente avanzasse.

6.° Un' altra causa di inutile impiego di forza è la obliquità con cui entrano le pale nell' acqua premendola all' ingiù, e con cui ne escono poscia rialzandola. Questo danno è tanto più considerevole, che, per altre cagioni, giova che le ruote peschino nell' acqua per circa un terzo del loro raggio.

Le perdite di forza che hanno luogo per queste varie cause sono state diversamente calcolate. Seguin trova che, per una barca benissimo costruita, la forza utilizzata dalle pale sta a quella perduta nella proporzione di 4,13 a 1,26, cioè che la perdita è compresa fra un terzo ed un quarto.

Barlow, in esperienze fatte sulla resistenza delle ruote a pale, giunse a notevoli risultamenti che vennero confermati dalla loro corrispondenza coi fatti generali della pratica. Trovò primieramente che la resistenza media della pala nel percorrere tutto l' arco sta alla resistenza di quella che incontra quando è verticale, come 1,75 ad 1, che è il risultamento della perdita dovuta al colpo prodotto dalle pale nell' entrare, ed all' acqua che slanciano nell' uscire. L' arco delle grandi navi pel mare sui quali faceva queste ricerche, era di 88°, e la circonferenza conteneva 16 pale, essendovi circa tre pale e mezza che pescavano da ciascun lato. La resistenza totale era adunque $1,75 \times 7 = 12$ volte quella esercitata sulla pala verticale da tutta la forza della macchina. Prendendo adunque questa potenza per unità, la resistenza della pala verticale pei due lati della barca sarà $\frac{1 \times 2}{12} = 167$ secondo questa teorica, e 0,151 dietro la esperienza. Barlow non considerando che produca effetto utile se non se quella parte della resistenza che è uguale a quella della pala verticale, ne deduce che la perdita di effetto utile con differenti immersioni varia da 0,34 a 0,44. Si potrebbe quindi stabilire dietro questi calcoli che le ruote a pale meglio stabilite ed in circostanze vantaggiose dessero i due terzi dell'effetto utile.

Altri però stabiliscono che la relazione tra la forza impiegata dalle ruote per cercare un appoggio nell' acqua e quella utilizzata realmente, possa esprimersi con la formula $\frac{KA}{a}$; K essendo un coefficiente che dipende dalla forma delle barche, ed il cui valore, per quelle comuni, varia da 0,14 a 0,18; A la massima sezione trasversale immersa della barca, ed a la superficie delle pale. Questa formula mostra anch' essa essere tanto maggiore il vantaggio quanto più larghe sono le pale. Sui fiumi e per le piccole barche, le quali non abbiano a passare per ponti stretti, si fa talvolta la superficie delle pale uguale od anche maggiore a quella della massima sezione trasversale immersa della barca: nelle grandi barche in generale le prima superficie non è che un quarto della seconda. In tal caso prendendo 0,18 pel valore di K, la forza utilizzata è 0,59 della forza totale, secondo la formula sopraindicata. Questo risultamento suppone altresì che il diametro delle ruote sia tanto grande, che le pale non entrino ed escano molto obbliquamente dall' acqua.

7.° Quando il mare è alcun poco agitato vedesi spesso una ruota immersa più e l' altra meno, irregolarità che obbliga a rallentare il moto della macchina, per evitare colpi di tanto impeto da distruggere i meccanismi, riducendosi allora la velocità della nave molto minore della ordinarie, nella proporzione di circa 8 a 18. È questa una delle principali cause della inferiorità delle navi a vapore in confronto di quelle a vela sul mare.

8.° I tamburi e le ruote dando presa al vento, aumentano nelle burrasche il pericolo e rendono più difficile il governo del timone; inoltre nelle navi da guerra ingombrano le batterie e difficultano gli abbordaggi.

9.° Quando la barca non è animata da una certa velocità, il timone riesce quasi inefficace, nè può darsi un pronto movimento alla prua, donde ne viene maggiore difficoltà di evitare le secche, gli scogli o le altre barche, e di entrare in un porto angusto, massime con un mare agitato. Molte disgrazie nacquero da questo difetto.

10.° Non si può correre orzando senza arrestare o rallentare grandemente la macchine.

11.° Le pale delle ruote impediscono di valersi del vento, con grave danno della economia e facilità dei lunghi viaggi, massime quando la velocità che il vento può procurare sia maggiore di quella del vapore.

12.° La immersione delle pale varia secondo che è più o meno carica la barca, nè può quindi mantenersi in quella misura che più torna utile.

13.° Operando le ruote mediante una successione di colpi, resi ancora più forti dalla obbliquità con cui entrano nell'acqua le scosse prodotte da questa trasmettonsi alla macchina di cui scemano la durata, ed allo scafo della barca, il quale dee farsi perciò molto solido ed ha assai minore durata, risentendone inoltre grave incomodo i passaggeri. L' asse delle ruote dee farsi grossissime e di peso esorbitante, affinchè possa resistere a queste scosse continue.

14.° Se le ruote si sconcertano in pieno mare, il riattarle riesce difficilissimo, e frattanto la barca, non potendo avanzare, va soggetta a gravissimi rischii.

15.° Nei canali e nei fiumi la agitazione che le ruota a pale producono nell' acqua reca così grave danno alle sponde, che sovente non si può permetterne l' uso.

16.° In alcuni canali molto angusti, all' ingresso di un sostegno o di un porto, sono anche di obbietto le ruote e loro tamburi per la maggiore larghezza che

producono, e per la difficoltà che ne segue di evitare le altre barche e di scambiarsi con esse.

17.° Nei canali poco profondi è un obbietto anche la immersione che si dee dare alle pale per evitare di farle troppo larghe, e si è per questa causa impediti dal camminare vicino alle sponde, come talvolta può occorrere.

18.° Nelle navi da guerra l' agitazione prodotta dalle ruote è pure molto incomoda per lo strepito che produce, il quale si ode da lontano, e toglie quindi ogni possibilità di cogliere l' inimico per sorpresa.

19.° In queste navi è pure un grave difetto l' essere le ruote esposte al cannone, che può ridurle inservibili, restando impedito con ciò ogni movimento.

Questi molti difetti indussero a studiar modi di perfezionare la forma delle ruote per poterli diminuire, e andremo brevemente enumerando i cangiamenti che vi si fecero con questo scopo.

Per diminuire gli inconvenienti prodotti dalla obliquità con cui entrano ed escono le pale, si proposero due sorta di ripieghi diversi, variandosi da alcuni la forma o disposizione delle pale; da altri imaginandosi meccanismi tali che queste pale si mantenessero sempre verticali. Parleremo innanzi dei primi spedienti, e dei secondi dappoi.

Una ingegnosa disposizione fu quella imaginata da Gallovays, la quale consiste nel dividere la larghezza di ciascuna pala in cinque zone più strette, disposte a scaglioni, le une dietro alle altre sopra una corona di ghisa. Quando tutte cinque le porzioni della pala sono nell' acqua la colpiscono come se la loro superficie totale fosse continua; ma a misura che si avvicinano ad uscire, gli intervalli che le separano lasciano sfuggir l' acqua fra loro invece di sollevarla; ne segue che la perdita di forza assorbita per questa cagione è molto minore. Questo sistema, venne poi perfezionato da Field, il quale diede agli scaglioni una disposizione più conveniente ed una larghezza sempre maggiore, a misura che si avvicinavano all' asse. Nelle navi inglesi munite di queste ruote si ridussero in generale a due sole le parti componenti delle pale, la cui azione riusciva in fatto minore che quella delle pale intere di ugual superficie. Il loro effetto è in tal caso pochissimo diverso da quello delle ruote a pale comuni.

Queste ruote dicevansi *cicloidali*, perciò che le parti che componevano le pale erano disposte dietro un arco di circolo, in guisa che entrassero successivamente nell' acqua allo stesso punto per evitare l' urto prodotto all' ingresso dalle pale comuni. La disposizione di queste pale era certo molto ingegnosa; ma sfortunatamente l' esperienza mostrò essere poco vantaggiosa, il che derivò specialmente dalla circostanza che le parti successive della pala non trovano più la stessa resistenza nell' acqua agitata dall' ingresso della prima pala come nel liquido in quiete, donde ne viene una grande diminuzione di resistenza.

Rennie mirò invece ad ottenere una migliore azione dalle pale delle ruote per le barche, variandone semplicemente la forma, facendole, cioè, di figura trapezoidale, e chiese per questa innovazione un privilegio nell' Inghilterra. La figura 4 della Tav. CIII delle *Arti meccaniche* mostra la sezione fatta sul diametro di una ruota con le pale inventate da Rennie, le quali, come ivi si vede, hanno la forma di un trapezio, in cui le diagonali stanno fra loro, come 1 ad 1,5, e che sono attaccate alla ruota in maniera che la maggiore di queste diagonali sia verticale. Osserva del resto potersi dare a queste pale qualsiasi altra forma che risulti

da una doppia sezione fatta sopra un triangolo o sopra un cono, e dice che tanto se le facce della pala sieno piane, quanto se sieno convesse o concave, non solo l'impulso che si ottiene con esse è superiore a quello che procura qualsiasi altra superficie uguale di forma rettangolare, ma inoltre entrano più dolcemente nel liquido.

L'inventore fece alcune esperienze sull'effetto di queste pale in tre maniere diverse, cioè: 1.° con un modello di ruota; 2.° con una barca a remi; 3.° con una piccola barca a vapore.

I. Nel primo caso misesi il modello in una vasca in cui potevasi a talento innalzare od abbassare il livello dell'acqua per ridurlo ad un'altezza determinata; una puleggia fissata sull'asse della ruota, le permetteva di girare per la discesa di un peso da una data altezza, cosicchè il tempo di questa discesa doveva esser proporzionale alla resistenza. Ecco i risultamenti medii delle esperienze.

Diametro della ruota in metri	Tempo della caduta di un peso di 2$^{\text{chil.}}$ in minuti	Area delle pale immerse in centimetri quadrati	Peso sospeso in chilogrammi	Area di una pala in centimetri quadrati	Numero e forma delle pale
0$^{\text{m}}$,6096	1',55"	77,40	2$^{\text{chil.}}$	38,70	16. Pale rettangolari.
0 ,6096	1',55"	58,05	2	19,35	16. Pale trapezoidali.
0 ,6096	5',33"	77,40	2	38,70	16. Pale rettangolari immerse del doppio della ordinaria profondità.
0 ,6096	2',66"	58,05	2	19,35	16. Pale trapezoidali, con pari immersione.

Queste sperienze dimostrano:

1.° Che le pale trapezoidali che hanno solo 1/3 della larghezza e 1/2 dell'area delle pale rettangolari, presentano tuttavia la medesima resistenza;

2.° Che quando queste due specie di pale sono immerse a profondità doppia dell'ordinaria, la resistenza di quelle trapezoidali non è che la metà di quelle rettangolari.

Se questa proprietà notevole delle pale trapezoidali di agire quasi ugualmente bene sotto acqua che quando si immergono all'ordinaria profondità, si verificasse anche in grande, sarebbero tolte le difficoltà che provano le barche a vapore nei primi istanti di navigazione, quando hanno una forte carica di combustibile, al qual momento le macchine non possono dare che metà del solito numero di colpi.

II. Le esperienze con varii congegni motori applicati ad una barca a remi si fecero in circostanze affatto identiche quanto alla grandezza, al peso, alla massima sezione immersa, all'area di sezione del mezzo della barca, non che alla grandezza ed aree uniformi dei congegni e parità della forza impiegata per farli agire: queste prove si assoggettarono anche a congegni di spinta, dei quali parleremo in appresso, e il motore era un manubrio girato da due uomini. Eccone i risultamenti:

Condizioni dello sperimento e natura dei congegni	Distanza percorsa in metri	Tempo in secondi	Numero totale dei giri del manubrio	Numero dei giri del manubrio al minuto	Velocità della barca in metri all'ora
Elice del diametro di centimetri 43,16, e della superficie di decimetri quadrati 14,58.	201	201	140,7	42,0	3600
Superficie conoide del diametro di centimetri 43,16, e della superficie di decimetri quadrati 9,30.	201	135,5	89,6	39,6	5340
Ruota con 12 pale rettangolari ciascuna di (24$^{cent.}$,12 × 10,16) 2,45 decimetri quadrati di superficie; sei pale immerse = 14$^{d.q.}$,70.	201	155,25	108,25	41,8	4660
Ruota con 12 pale trapezoidali, con l'angolo acuto all'ingiù, e ognuna di $\frac{24^{c.},12 \times 10^{c.},16}{2}$ = 1,22 decimetri quadrati di superficie: area immersa, uguale a 6,90 decimetri quadrati.	201	153,5	121,75	47,5	4714

Condizioni dello sperimento e natura dei congegni	Distanza percorsa in metri	Tempo in secondi	Numero totale dei giri del manubrio	Numero dei giri del manubrio al minuto	Velocita' della barca in metri all' ora
Ruote con 12 pale trapezoidali, con l'angolo ottuso all'ingiù, e ciascuna di $\frac{24^c,12 \times 10^c,16}{2}$ = 1,22 decimetri quadrati di superficie: area immersa uguale a 6,75 decimetri quadrati.	201	155,75	120,75	46,5	4646

La barca adoperata in queste esperienze era larga $1^m,52$, lunga $8^m,23$, profonda $0^m,5578$, peso della barca e del suo carico 1280 chilogrammi, area d'una sezione media della parte immersa decimetri quadrati 31,15.

Da queste sperienze deducesi che per riguardo all'area le ruote a pale trapezoidali sono superiori a quelle a pale rettangolari, ma che la superficie conoide, quando non tengasi conto dell'area, supera tutti gli altri congegni: il principale obbietto che sta però contro simili mezzi di spinta che agiscono sotto l'acqua consiste nella grande velocità che deesi dar loro e nella complicazione del meccanismo che diviene necessario per tale motivo.

III. Le esperienze sulle pale delle due forme precedentemente indicate, applicate alla barca a vapore il *Pink*, diedero i risultamenti che seguono:

Natura e stato delle pale	Distanza percorsa in metri	Tempo in secondi	Numero dei giri del manubrio	Numero dei giri del manubrio al minuto	Velocità della barca in metri all'ora
Ruote con pale rettangolari di $58^{c},41 \times 22^{c},89 = 13,37$ decimetri quadrati di superficie; area immersa delle pale 40,96 decimetri quadrati; diametro massimo della ruota $2^{m},23$.	402,33	138	36,5	84	10495
Ruote con pale trapezoidali, con l'angolo acuto all'ingiù di $\frac{45^{c},72 \times 29^{c},20}{2} =$ 6,67 decimetri quadrati di superficie; area immersa delle pale 27,88 decimetri quadrati; diametro massimo della ruota $2^{m},68$.	402,33	145,75	36	87,5	9938

La leggera differenza che risulta nell'ultima colonna, dipende da essersi stati obbligati di togliere un piccolo pezzo ad una delle pale a motivo di un raggio di ferro che imbarazzava.

Le conclusioni che tragge Rennie da queste esperienze sono di molta importanza.

1.° Con un'area metà meno grande e con una larghezza di un terzo minore, le ruote a pale trapezoidali presentano la stessa resistenza di quelle a pale rettangolari; attesa la loro forma particolare, nelle prime l'area totale immersa non è che i due terzi di quella ugualmente immersa delle seconde.

2.° In conseguenza di questa forma trapezoidale, simili ruote entrano nell'acqua senza colpo e senza quelle vibrazioni che osservansi nelle ruote a pale comuni, ed escono dal liquido senza sollevarne quella grande quantità che forma cascata e distrugge in pura perdita notabile quantità della forza motrice.

3.° Con le ruote a pale trapezoidali la larghezza dell'inviluppo trovasi diminuita

di un terzo, e, per conseguenza, scema in ugnal proporzione la resistenza che oppone al vento questo inviluppo.

4.° Evitasi in gran parte la ondulazione laterale o barcollamento, e, per conseguenza, il logorio o guasto delle macchine pel successivo moto di innalzamento e abbassamento della nave nell'acqua.

5.° Evitasi il moto vibratorio tanto spiacevole sulle navi a vapore, e si diminuisce la metà del peso e del costo delle ruote a pale e dei loro involucri.

Gli esperimenti sopraccitati si facero nondimeno nel novembre 1839, e il non vedere, malgrado i favorevoli effetti in esse notatisi, adottarsi l'uso delle pale trapezoidali, ne induce a temere che siavi qualche circostanza che ne diminuisca i vantaggi.

Boulinier, per sua parte, dopo avere esaminato i varii congegni di spinta, ed essere venuto nella conclusione che le ruote a pale sieno migliori di molti, e preferibili a tutte se si potessero correggere gli inconvenienti che presentano, suggerisce qual mezzo sicuro di ottenere questo effetto il dare alle pale una forma curva, a quel modo che si vede nella fig. 5 della Tav. CIII delle *Arti meccaniche*. Supponesi in essa formata la ruota di due parti, ciascune larga $0^m,36$, su cui sieno fissate le pale curve. Il diametro di questa ruota è di $3^m,6$; le curve che partono dalla circonferenza esterna per giugnere alla circonferenza interna sono comprese sotto un angolo di 60° e segnate con un raggio di $1^m,53$, che è quello medesimo della ruota stessa alla metà della larghezza dell'anello occupato dalle pale.

Mediante queste disposizione Boulinier fa osservare che le pale di lamierino non devono presentare tanto all'entrare nell'acqua come all'uscirne che il loro orlo tagliente, sicchè non possono produrre alcun colpo sull'acqua nè sollevarla al di dietro, sul che per altro non potrà esser d'accordo chiunque esamini alquanto la figura stessa di questa ruota, poichè le pale di essa entreranno bensì senza colpo, ma solleveranno forse più di quelle attuali l'acqua all'uscire, presentando un piano leggermente inclinato al principio. Inoltre scaricandosi l'acqua sollevata all'interno, può nascere ragionevol timore che venendo a battere contro le altre pale che stanno per immergersi, opponga una reazione nociva, la quale cagioni inutile consumo di forza.

Cercò poi Boulinier di togliersi l'obbietto che queste pale curve non dieno una pressione uguale a quella delle pale verticali nella direzione del raggio, cosicchè fosse duopo dar loro, come per le elice, una velocità molto superiore a quella della barca. Trova in fatto, dietro la teoria del piano inclinato, che la resistenza delle pale curve non sarebbe che i 0,208 di quella di una pala diritta; ma crede che si potesse compensare questo svantaggio con l'aumento del numero delle pale che in tal caso non reca danno, e con ciò che si guadagna, a suo credere, per le perdite evitate, come si è detto più sopra. Ad ogni modo gli obbietti che si affacciano, come esponemmo più sopra, e la forza che farebbero, a nostro credere, queste pale nell'uscire per aumentare l'immersione della barca ci lasciano poca speranza che possano utilmente venire adottate. Proposte fino dal 1844, non sappiamo che se ne sia tentato l'esperimento.

Un'altra forma di pale curve propose Smart, costruttore di navi a Bristol, che chiese per esse un privilegio, intitolandole *pale metalliche ellittiche convesse*. Compongonsi queste di piastre di lamierino di figura curva od ellittica, ad orli rotondati, stozzate a martello in una matrice concava, e poste in tal modo sulle ruote che il punto centrale del lato convesso sia il

primo a toccare la superficie dell' acqua nell' entrarvi. In tal guisa la pala penetra gredo a grado nel liquido resistente, evita l' urto e la vibrazione che ne consegue, ed all' uscire dell' acqua la sua convessità volta all' insù, facilita lo scolo, nè produce che una leggera resistenza ed una scarsa perdita di forza per questo riguardo. Non abbiamo potuto procurarci più minuti particolari su questa forma di pale, ma da questi cenni sembra che la loro disposizione sia opposta a quella di Boulinier. Si assicura che l' adattamento di queste pale fattosi mentre la invenzione non era ancora perfezionata sulla nave di 200 cavalli l' *Osprey*, ne aumentò la velocità di un nodo all' ora; che le stesse pale produssero il medesimo effetto sullo *Schamroch*, bel vascello che naviga fra Bristol e Dublino; e che finalmente adattate allo *Swift*, che viaggia fra Bristol e Newport, gli fecero guadagnare un nodo e mezzo all' ora di velocità.

Anche Cavè in Francia, per diminuire gli spiacevoli scuotimenti che risentonsi sulle barche a vapore pei successivi colpi delle pale all' entrare nell' acqua, imaginò di porle obliquamente all' asse delle ruote, in guisa che formessero una parte di superficie elicoide, scacciando l' acqua a destra ed a sinistra quando la nave cammina nella direzione della prua. Con questa disposizione l' orlo esterno di ogni pala incontra l' acqua obliquamente, e vi entra poco a poco, evitando così il colpo di tutto l' orlo contro il liquido; la inclinazione è tale inoltre che ogni pala cominci ad entrare nell' acqua prima che vi sia interamente immersa quella che la precede. Questa disposizione non si adopera tuttavia che sulle acque tranquille dei canali o dei fiumi, poichè sul mare darebbe assai scarso vantaggio.

Chatterton propose un' altra modificazione alle ruote, facendone le pale spezzate in due nel centro ed inclinate in due posizioni diverse, sicchè le due metà facciano angolo fra loro. In tal guisa le pale entrano nell' acqua con leggera inclinazione, la pendenza di una metà di esse spingendo l' acqua lungi dalla nave, mentre l' altra metà tende a spingerla contro a questa nave medesima, in conseguenza di che formasi sempre una corrente di acqua nel centro, col che le ruote a pale agiscono con maggior forza: parimenti poca acqua viene sollevata all' uscir dalle pale, poichè sfugge sulle faccie inclinate di esse. L' effetto di questo miglioramento era non solo di accrescere la velocità, ma di evitare quelle scosse spiacevoli che hanno luogo al primo colpire l' acqua nelle vecchie pale. Roberto Napier ne fece l' esperimento sulla sua nave a vapore il *Superbo*, a quanto dicesi con ottimo effetto. I seguenti sono i risultamenti di confronto fra le vecchie pale e le nuove notatisi in un viaggio a Greenock per una distanza di 22 miglia.

Vecchie ruote Provate il 6 ottobre 1843	Nuove ruote Provate il dì 11 ottobre 1843
Partenza dal molo.	*Partenza dal molo.*
Dal ponte di Glasgow, 5 minuti dopo le 3 p. m.	Dal ponte di Glasgow, 5 minuti dopo le 3 p. m.
A Govan-Ferry, 20 minuti dopo le 3 p. m.	A Govan-Ferry, ove presesi un passaggero, 17 minuti dopo le 3 p. m.
Alla riva di Renfrew, 39 minuti dopo le 3 p. m.	Alla rivà di Renfrew, 34 minuti dopo le 3 p. m.
Senza fermarsi ad Erskine Ferry.	Sbarcato un passaggero ad Erskine Ferry, 52 minuti dopo le 3 p. m.
Riva di Bowling, 8 minuti dopo le 4 p. m.	Alla riva di Bowling, 57 minuti dopo le 3 p. m.
A Dumbarton Rock, 27 minuti dopo le 4 p. m.	A Dumbarton Rock, 12 minuti dopo le 4 p. m.
Senza fermarsi a Port-Glasgow.	Sbarcando passaggeri a Port-Glasgow, 35 minuti dopo le 4 p. m.
A Greenock, 5 minuti dopo le 5 p. m.	A Greenock, 49 minuti dopo le 4 p. m.

La macchina faceva 26 giri con le vecchie pale, e 25 e mezzo con le nuove. In questo confronto vedesi aversi avuto un risparmio di 16 minuti in due ore con le nuove ruote, malgrado che siasi fermata due volte in una delle quali a Port-Glasgow si perdettero cinque minuti, e malgrado che le nuove ruote facessero una parte del viaggio contro marea mentre le vecchie ruote l'averano favorevole. Tuttavia la disposizione del Chatterton non si vede adottata nella pratica.

Quello che piuttosto si fa talvolta si è che, invece di fissare le pale nella direzione stessa del raggio della ruota, mettonsi in guisa che formino un angolo con questo raggio medesimo, piegandosi verso l'indietro della barca. In tal guisa si guadagna che queste ruote danno minor colpo contro l'acqua nell' entrarvi, potendo anzi fare in modo che vi penetrino con lo spigolo precisamente. È bensì vero che se si guadagna per questa parte si perde per l' altra, attesochè le pale così disposte tendono maggiormente a rialzar l'acqua nel muoversi in quella ed all' uscirne; ma questo discapito non pareggia il vantaggio, e sarà facile spiegarne il motivo. Quando

la pala entra nell' acqua con grande velocità il liquido che si caccia dinanzi non può sfuggire che rispingendo una parte della massa circostante, sicchè allora la resistenza che oppone alla pala, donde dipendono i colpi, cresce in ragione dei quadrati della velocità; nello spignere invece all' in su che fa la pala medesima non ha altra resistenza che il peso dell' acqua che essa solleva, resistenza che di poco cresce con le velocità. Perciò con le pale così disposte le vibrazioni cagionate alla barca sono minori, e l' effetto ottenuto in proporzione è maggiore.

Del secondo genere di ripiego, che consiste nel fare in guisa che le pale mantengansi sempre verticali all' entrare nell' acque, al muoversi in esse ed all' uscirne, si è parlato nell' articolo Barca in questo Supplemento (T. II, pag. 219), indicando alcuni artifizii per ottener questo effetto, accennando altresì della importanza, dei vantaggi e discapiti che ne potevano risultare. Dopo aver ivi descritti i metodi a due ruote di ingranaggio e a pale girevoli nel senso dell' asse, e notato i gravi inconvenienti che in entrambi questi sistemi venivano per la poca solidità e pei molti ettriti, si descrisse pure il metodo con manubrii o gomiti e quello proposto de Cavè, dicendolo assai più vantaggioso dei precedenti, e notandosi come potesse avere il vantaggio di rendere le ruote e pale inattive, variando la posizione dell' eccentrico. Sembra tuttavia che il grande attrito dell' anello che ebbraccia questo eccentrico stesso, compensi in gran parte i vantaggi che può presentar quel sisteme, ed essersi riconosciuto oggidì più vantaggioso il sisteme di Morgan, che ha bensì qualche analogia con quello di Cavè, ma cagiona attriti molto minori, ed è anche più semplice. Vedesi questo sistema rappresentato nella fig. 6 della Tev. CIII della *Arti meccaniche*. L' asse A, il quale non porta che il mozzo interno delle ruote, è interrotto vicino alla parete della barca. I manubri delle pale sono attaccati a metà della loro larghezza e le braccia che vi sono unite leganssi a snodatura con un disco che gira sulle estremità di un gomito solidamente fissato sulla intelaiatura esterna dei tamburi, precisamente a quel punto dove giugnerebbe l' asse prolungandolo. Questo gomito tiene un collare intorno a cui gira il mozzo esterno delle ruote. Il mozzo interno fissato all' asse è il solo che comunichi e tutte le parti del meccanismo della ruota il moti di rotazione trasmessogli dalla macchina o da questa disposizione risulta essere gli sfregamenti molto minori che nella ruota di Cavè. L' altezza delle pale mobili non essendo in tal caso limitata come nelle ruote comuni, così nelle ruota Morgan si fanno quasi quadrate, diminuendo con ciò la larghezza dei tamburi, e l' inconveniente quindi che potrebbe venire dalle interruzione dell' asse, camminando inoltre queste navi alla vela assai meglio di quelle con ruote comuni più larghe e più sporgenti. Malgrado la complicazione di questo sistema, che lo rende soggetto a riattamenti difficili, venne tuttavia applicato a molte navi inglesi, le quali se ne trovarono soddisfatte, ed è quello propriamente adottato nella maggior parte delle barche a vapore del Lloyd austriaco.

I vantaggi di queste ruote a pale sempre verticali o quasi, vennero già enumerati in gran parte negli articoli Barca più volte citati ed in questo, e consistono nell' evitarsi le scosse tanto dannose alla macchina ed alla barca ed incomode ai passaggeri, e nel fare un miglior uso della forza che loro viene trasmessa; e si è detto come sotto questo ultimo aspetto il vantaggio sia tanto maggiore quanto più è grande la immersione delle pale. I discapiti sono nell' aumento

di attriti che cagionano sempre più o meno, nella diminuzione di solidità che ne consegue e nella maggiore difficoltà di riparare gli sconcerti, massime nel caso che questi avvengano in mezzo al mare nel corso del viaggio; finalmente, dovendo queste pale, per mantenersi verticali o quasi, muoversi più lentamente assai alla parte superiore, ne viene anche per questa causa una qualche diminuzione di effetto. Perciò l'uso delle ruote a pale verticali è bensì molto esteso, ma non generalmente adottato.

Siccome si è veduto (pag. 564) avervi una tale immersione delle pale, cui torna più utile l'applicazione della forza, e siccome per altra parte la immersione della barca è soggetta a cangiare secondo il carico che essa porta, così era ben naturale la idea di fare in guisa che le pale delle ruote avessero a pescare sempre ugualmente per quanto variasse la immersione della barca.

Per altra parte il trovar modo di variare a volontà la immersione delle pale portava un'altra utilità ben più ancora importante di quella precedentemente accennata. Il vapore, in vero, per quanto grande sia la sua utilità nella navigazione, non dovrebbesi usare possibilmente che quando il vento mancasse, essendo questo in ogni altro caso senza confronto preferibile, siccome quello che non costa alcuna spesa. Se tuttavia vogliasi approfittarne con una barca comune a ruote lasciando ferma la macchina, le pale che sono nell'acqua oppongono grande resistenza e oltremodo rallentano la velocità della barca. Se invece si vuole approfittarsi del vento continuando a lasciar agire la macchina non ha più luogo primieramente la economia suaccennata; inoltre, se il vento tende a dare alla barca velocità maggiore di quella che vi darebbe il vapore, le pale producono in parte l'effetto che dovano stando ferme, di ritardare, cioè, il moto della barca medesima, la quale prende in tal caso una velocità media tra quella che le darebbe il solo vento od il solo vapore, invece che una velocità che risulti dall'effetto di entrambi questi motori. Finalmente se le pale camminano mercè la macchina tanto velocemente da dare alla barca maggiore velocità che il vento non le darebbe, il vantaggio è ben lungi dal rispondere alla spesa, e tanto meno quanto il vento è più forte. Nel cercare pertanto di poter meglio approfittarsi del vento si ebbe ricorso a due spedienti diversi, l'uno è analogo a quelli imaginati per variare la immersione delle pale, facendo sì che queste più non si immergano od anche togliendo affatto le ruote dell'acqua; l'altro nel rendere le ruote indipendenti dall'asse o dalla macchina, sicchè restino sciolte e girino liberamente quando la barca cammina mossa dal vento. Diremo d'alcuno dei meccanismi proposti a tal fine, imperciocchè, massime pei lunghi viaggi, nessun miglioramento della navigazione a vapore è forse tanto importante quanto quello di trovar modo di valersi indifferentemente del vento o del vapore, soli o combinati, secondo che occorre.

Abbiamo veduto essersi proposto a tal fine di fare le pale scorrevoli entro scanalature e legate con seghe a denti, sicchè al solo girar di un rocchetto tutte uniformemente si potessero accorciare a volontà (T. II di questo Supplemento, pagina 219), ma ognun vede quanto dovesse nuocere il fare mobili entro canali anzichè fissate sui raggi le pale destinate a percuotere l'acqua continuamente e con tanta violenza; si vede del pari come l'ingranaggio dovesse agire malagevolmente, massime esposto di continuo come lo era ad essere bagnato dall'acqua. Perciò questo sistema non viene mai adottato.

Una assai migliore maniera di avere l'effetto di scemare la immersione delle pale od anche toglierle del tutto, consiste nel far sì che si possano facilmente staccare tutte od una parte di esse dai raggi sui quali sono fissate. Attaccavansi solitamente con chiavarde a viti ed a madri, sicchè lo smontarle riusciva operazione lunga e difficile. Nel 1833 Leone Duparc, luogotenente di vascello, sostituì alle viti ed alle madri per fissare le pale sui raggi della ruota, chiavarde con biette che attraversavano una fenditura alla cima di esse. Questo mezzo, adoperato per 18 mesi, presentava molta facilità per variare la distanza delle pale dall' asse o per levarle del tutto; ma bisognava entrare nella ruota, locchè era un inconveniente tanto maggiore quanto che non possedevasi in allora altro mezzo di fissare questa ruota che arrestando la macchina, il qual mezzo si è riconosciuto oggidì insufficiente.

Nel 1836 cominciossi ad esperimentare a bordo della nave il *Faro*, comandato dallo stesso uffiziale, un sistema dovuto ad Aubert, capo della officina delle macchine del porto di Tolone. In questo sistema adottossi ugualmente l' uso delle biette, ma vi sono di più caviglie che fanno l' offizio di incastri poste sui raggi delle ruote, in guisa da mantenere le pale col solo collocamento di una bietta o chiave posta dal lato interno della barca. Inoltre le pale si divisero in tre pezzi mobili separatamente, diminuendone così il peso e rendendone più facile il maneggio. Finalmente posesi nell'interno della barca un fermo per assicurarsi della immobilità delle ruote. A tal fine si guernì l' asse intermedio di un disco che gira con esso, ed i cui numeri corrispondenti ai raggi delle ruote, passando successivamente di contro ad un indicatore, danno al meccanico il modo di condurre, così di notte come di giorno, senza prove ripetute, il sistema in una posizione stabilita. Un verricello portatile comunica il moto ad un asse guernito di una puleggia di ghisa a denti sulla quale ingranisce una catena eterna che abbraccia una parte del contorno delle ruote. Un solo uomo applicato a questo verricello può dare il moto a tutto l'apparato. Questo mezzo dispensa dall' impiegare vari uomini per girare le ruote il che era molto pericoloso.

Essendosi nominata una commissione dal prefetto marittimo di Tolone per conoscere questi perfezionamenti, dopo varie sperienze fece una relazione favorevole, dalla quale toglieremo alcuni particolari. La commissione verificò primieramente la solidità di queste pale sul mare, e la sicurezza e prontezza con cui possono levarsi per camminare a vela senza aiuto delle macchine e rimetterle per servirsi del vapore; cercò poscia di far variare le posizioni del loro centro di sforzo per utilizzare la totalità della potenza che poteva dar l' apparato secondo i vari gradi di immersione delle ruote per effetto del carico della nave.

Fecersi dapprima esperienze per cangiare il diametro delle ruote a pale, ciò che riuscì facilissimo essendo queste pale divise nel sistema Aubert in tre parti o tavole separate. Risultò che un tal mezzo presentava grandissimi vantaggi durante queste mutazioni, e che queste pale levabili avevano in pratica una grande solidità.

Parve loro pienamente guarentita la sicurezza degli uomini incaricati di toglierе e riporre le pale, per la facilità che presenta il modo di attaccare le parti di esse ed il freno cha fissa stabilmente le ruote.

Finalmente, i commissari approvarono il congegno mediante il quale il meccanico può così di giorno come di notte far agire la macchina in guisa da fermare le ruote al numero di raggi che gli vie-

ne ordinato, e far passare successivamente così ciascuno di essi dinanzi all'apertura per la quale gli operai devono porre e levare le pale. Gli esperimenti diretti a conoscere il tempo necessario per ismontare le pale dimostrarono i fatti seguenti.

1.° Le pale comuni a chiavarde con viti non poterono essere smontate da ambe le parti in meno di 29 minuti;

2.° Le pale ad uncini stabili e biette, secondo il sistema di Aubert, vennero smontate, a termine medio, da ambe le parti in 18,5 minuti;

3.° Lo smontare e rimontare le pale del sistema Aubert per avvicinarle di un terzo della loro altezza o di 20 centimetri verso il centro della ruota, fecesi, a termine medio, in 25 minuti su ambi i fianchi;

4.° Il toglimento di sette paia di pale dietro il sistema Aubert, per poter camminare a vela senza il vapore, fecesi a termine medio, in 13 minuti per ambo i fianchi;

5.° Il rimettere le stesse pale per camminare a vapore durò 15 minuti;

6.° Tutte queste operazioni si eseguirono da quattro uomini per ciascun fianco;

7.° Quando v'abbia pericolo è facile levare e rimettere le pale agendo dall'interno della barca, e facendo successivamente passare ciascun raggio dinanzi alla apertura fatta espressamente sulla facciata interna del tamburo, e ciò tanto più facilmente per essere ciascuna pala separata in tre pezzi, sicchè non si ha a maneggiare se non che un terzo del peso che avrebbe ciascuna pala se fosse tutta di un pezzo.

8.° Finalmente, l'esame fatto dalla commissione e le particolarità date da Leone Duparc, che assoggettò l'apparato alle prove più decisive, mostrano che l'operazione di montare e smontare le ruote col sistema Aubert ottiensi con tutta la prontezza e sicurezza necessarie nelle varie circostanze di vento e di mare.

Abbiamo detto, parlando del sistema di Cavè nell'articolo BARCA (T. II di questo Supplemento, pag. 220) come abbia il vantaggio di potersi ridurre le pale orizzontali in tal guisa che presentino soltanto il loro spigolo all'acqua; questo pure sarebbe quindi un mezzo per togliere quasi affatto la resistenza delle pale quando si volesse camminare a vela; ma quando il mare è agitato si comprende come le pale orizzontali debbano recare gravi disordini pegli urti delle onde cui sono esposte. Finalmente, nello stesso articolo BARCA (pag. 219) si è detto essersi anche fatti a cerniera i raggi della ruota che portano le pale per poterli ripiegare a guisa di ventaglio, cosicchè nulla più peschi nell'acqua.

L'altro spediente, perchè le ruote a pale non impediscano il cammino alle barche spinte dal vento consiste nello sciogliere dalla macchina queste ruote, cosicchè possano girare da sè. Nell'articolo GIUNTURA in questo Supplemento (T. XII, pag. 55) si è descritta una maniera di ottenere questo effetto proposta da Janvier, staccando la spranga che dà il moto ai manubrii dalla traversa cui è legata; ma per giugnere a questo effetto occorrono, come ivi dicemmo, alcune operazioni preliminari che possono in qualche caso riuscire d'imbarazzo e di incomodo. Faremo perciò conoscere altri mezzi più semplici e comodi propostisi a tale effetto.

Field fece in modo per tal fine da poter dare un moto orizzontale all'asse su cui sono montate le ruote; ma, quantunque con opportuni ingranaggi ed artifizii abbia cercato di agevolare questo effetto, il muovere un pezzo così pesante, e che abbisogna di tanta solidità ci sembra che sia cosa da doversi sempre evitare quando ciò si possa, e rimandando pertanto chi

desiderasse conoscere il meccanismo del Field al T. IV del Giornale *le Technologiste*, pag. 36, descriveremo qui altri mezzi che stimiamo preferibili a quello.

Nelle figure 7, 8 e 9 della Tav. CIII delle *Arti meccaniche* vedesi disegnato un congegno proposto da Grautham. In esse 1 è l' asse su cui sono le ruote; 2 l' asse mosso dalla macchina; 3, 3 le due braccia che, insieme col dente D, costituiscono il gomito che lega insieme l' asse 1 con quello 2. Alla cima del braccio B dell' asse 1 avvi un incaro E ad arco di circolo, sicchè il dente D fissato sull' altro braccio 3 può passarvi per entro senza trarlo seco. A questa cima medesima del braccio B avvi un incavo con un pezzo scorrevole A, il quale si fa avanzare o retrocedere girando la vite centrale C mediante la testa quadra di essa F. Questo pezzo A quando è avanzato, come nella fig. 8, abbraccia in una cavità il dente D, il quale non può più girare senza trar seco il braccio B. Quando invece il pezzo scorrevole A è spintu all' indietro, come nella fig. 9, non fa più ostacolo perchè il dente D giri liberamente nell' incavo E, potendosi allora far girare le ruote indipendentemente dalla macchina. Così col solo girare la testa F della vite C si fa che vengano legati insieme o sciolti i due assi 1 e 2. Questo mezzo merita certamente di essere raccomandato per la semplicità sua e per l' assoluta libertà in cui lascia le ruote.

Altri ricorsero invece ad un mezzo analogo alla unione col freno a collare onde si è parlato nell' articolo Macchine del Dizionario (T. VIII, pag. 59) ed in quello Freno in questo Supplemento (T. X, pag. 18). Questi spedienti turnano invero vantaggiosi, come vedremo, per la grande semplicità loro e per la prontezza e facilità con cui possono farsi agire, e sono quindi preferibili ogni qualvolta si tratti di sospendere per breve tempo la unione delle macchine con le ruote, avendosi anche il prezioso vantaggiu di evitare la trasmissione alle macchine delle grandi scosse che ricever possono le pale pei colpi del mare, per l' inclinarsi della barca su di un fianco od altro. Quando però si abbiano a lasciare a lungo sciolte le ruote, come avviene per camminare a vela nei lunghi viaggi, si vede come l' attritu continuo del collare contro al disco debba produrre un pronto logorlo ed alterazione di queste parti. Ciò malgrado la marina inglese adopera da qualche tempo uno di questi congegni imaginato da Braithwaite, del quale non può certo imaginarsi e neppure descriversi il più semplice. Vedesi disegnato nelle fig. 10 e 11 della Tav. CIII sopraccitata delle *Arti meccaniche*. A, è un disco di ghisa fissato con biette sull' asse B delle ruote a pale; C è un cerchio di ferro battutu che circonda questo disco, e forma un collare, o, a dir meglio, un braccio esterno di manubrio, essendo fissato con biette sul dente D, che è alla cima di un braccio di manubrio fissato sull' asse mosso dalla macchina; E è una guernitura di ottone interposta fra il cerchio C e il disco A, tagliata in vari segmenti e tenuta al posto con viti *e*; F è un guancialetto di ottone premuto contro al disco A da una chiave *f* che col suo attrito lega insieme il disco col collare di ferro battuto C. Allorchè vogliansi liberare le ruote basta allentare la chiave *f*, cessando tosto con ciò la pressione del guancialetto F ed il disco fissato sull' asse delle ruote girando liberamente nel collare senza trar seco il dente E, nè quindi il manubrio delle macchine. Nella marina inglese allorchè si applica uno di questi apparati per disimpegnare le ruote, accostumasi pure fare dei denti sul contorno esterno del circolo centrale dell' armatura di ferro delle ruote a pale, lo che forma una ruota dentata con cui ingrana un pie-

colo rocchetto posto all' interno del tamburo in maniera da potersi far camminare alquanto per cangiarla di posto una barca senza bisogno del vapore dopo sciolte le ruote.

P. Borrie propose un simile meccanismo, combinato in guisa però che le ruote mettonsi in libertà da sè stesse, quando si vuole mediante il moto stesso che ricevono dalla macchina. Non crediamo tuttavia che questo vantaggio compensi la maggior complicazione del meccanismo, che può vedersi da chi lo bramasse descritto e figurato nel Tomo VI del giornale *le Technologiste*, alla pag. 35.

Per camminare col vento anche le ruote libere oppongono tuttavia qualche resistenza, cosicchè per questo effetto in generale val meglio ricorrere a quegli artifizii che tolgono affatto le pale dall' acqua. Abbiamo da Mangeon il seguente confronto fra la velocità che può prendere una nave a vapore mossa dal solo vento, secondo che varia la forza di questo e la condiziona della ruote.

SPAZIO PERCORSO ALL' ORA IN MIGLIA		
Senza ruote	Con ruote libera	Con ruote ferme
9	. . . 8,80 . . .	. . . 3,50
8	. . . 7,78 . . .	. . . 3,00
7	. . . 6,76 . . .	. . . 2,50
6	. . . 5,74 . . .	. . . 2,00
5	. . . 4,72 . . .	. . . 1,75
4	. . . 3,70 . . .	. . . 1,00

Nell' articolo BARCA (T. II di questo Supplemento, pag. 223) fecesi un cenno di cilindri galleggianti con pale sostituitisi alle ruote da Planon di Filadelfia. Qui aggiugneremo essersi questi cilindri adottati pei primi da Boulton e Watt, i quali però non tardarono ad abbandonarli.

FINE DEL TOMO VENTESIMOSETTIMO.